

Piia Parkkinen

Talousvesijohtoverkoston suunnitteluohjeet

Tekijä(t) Otsikko	Piia Parkkinen Talousvesijohtoverkostojen suunnitteluohjeet
Sivumäärä Aika	140 sivua + 15 liitettä 30.1.2012
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	LVI-tekniikka
Ohjaaja(t)	lehtori: Hanna Sulamäki projektipäällikkö: Kim Fredriksson
<p>Tämän insinööritoiminnan tavoitteena oli luoda talousvesijohtoverkoston suunnitteluohjeet helpottamaan jokaisen LVI-suunnittelijan talousvesijohtoverkoston suunnittelua. Näitä ohjeita voidaan käyttää joko uusien rakennuksien ja tilojen sekä peruskorjattavien rakennuksien että uudistettavien tilojen talousvesijohtoverkostojen suunnittelussa.</p> <p>Työ käsittelee eri rakennuksien talousvesijohtoverkostojen mitoittamista ja niihin liittyviä järjestelmiä, vesikalusteita, laitteita ja varusteita huomioon ottaen rakennuksen käyttötavat, -periaatteet, ympäristön, sijainnin ja kulutuksen. Työssä selostetaan myös, miten vesijohdot on hyvä sijoittaa esteettisiin näkymin oikealla tavalla ja oikeaa putkimateriaalia käyttäen rakennuksen eri osiin niin, että ne soveltuvat huollon tai remontin yhteydessä vaihdettaviksi. Työ kertoo yhtenä osana myös, miten talousvesijohtoverkoston suunnittelussa on hyvä edetä projektin alusta loppuun ja mitä tulee ottaa huomioon muiden talotekniikkajärjestelmien laitteiden yhteensovittamisessa ja sijoittelussa. Työn aikana on myös tutkittu talousvesijohtoverkostojen suunnittelun, putkien, vesikalusteiden, laitteiden ja varusteiden kehitystä 1950-luvulta lähtien ja verrattu niitä nykyisiin järjestelmiin.</p> <p>Työhön on myös koottu talousvesijohtoverkostojen yleisiä reititys- ja piirustusohjeita, joita on hyvä käyttää apuna suunnittelussa. Nämä ohjeet on koottu käyttäen hyväksi omaa työkokemusta, rakentamismääräyksien ja LVI-korttien ohjeita sekä vesikalustevalmistajien www-sivuja että esitteitä. Näihin ohjeisiin saatiin koottua hyvin tietoa siitä, miten talousvesijohdot tulee sijoittaa, mitoittaa ja yhteen sovittaa muiden talotekniikkajärjestelmien laitteiden kanssa rakentamismääräyksien ohjeita soveltaen ja tarkentaen, huomioon ottaen rakennuksen käyttötavat, ympäristö, sijainti ja kulutus.</p>	
Avainsanat	suunnittelu, vesijohdot, vesikaluste

Author(s) Title	Piia Parkkinen Design guide for household water networks
Number of Pages Date	140 pages + 15 appendices 30 Jan 2012
Degree	Bachelor of Engineering
Degree programmer	Building Services Engineering
Specialisation option	HWAC Engineering
Instructor(s)	Hanna Sulamäki, Senior lecturer Kim Fredriksson, Project Manager
<p>The aim of this Bachelor's thesis was to create a design guide for household water pipe networks, to simplify the tasks of an HVAC designer when designing household water networks. These guidelines can be used to design household water networks for both new and renovation buildings and premises.</p> <p>Common routing and design guidelines were used as material for the Bachelor's thesis. Also, experience, rules and regulations, manufacturers' web sites and brochures were studied.</p> <p>The dimensioning of household networks and systems, choice of fixtures, devices and equipment was discussed in relation to the location and environment of the buildings, and considering the water consumption. The placing of water pipes in an aesthetic way, as well as the use of right kind of pipe material in different parts of buildings so that they are easy to replace during maintenance and renovation was looked into. Furthermore, the planning of household water networks from the beginning to the end was studied. Moreover, the development of the design of household pipe networks, as the well as the pipes, fixtures and equipment from the 1950's up to date was followed.</p>	
Keywords	design, water networks, fixtures

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Rakennuksien talousvesijohtojen suunnittelun tavoite	3
2.1	Talousvesijohtoverkoston rakentaminen suunnittelijan näkökulmasta	4
2.2	Talousvesijohtoverkoston korroosion ehkäisy	5
2.3	Talousvesijohtoverkoston putkimateriaalien kehitys	6
2.4	Talousvesijohtoverkoston putkimateriaalit ja vesijohtojen sijoittelu	7
2.5	Veden laatu	9
2.6	Talousvesijohtoverkoston osuudet ja niiden sijoitus	10
2.7	Vesijohtoverkoston putkimateriaalivalinnat rakennuksessa	11
2.8	Talousvesijohtoverkoston putkimateriaalivalinnat märkätilojen mukaan	12
2.9	Talousvesijohtoverkoston putkimateriaalivalinnat erityiskäyttökohteiden mukaan	13
3	Talousvesijohtoverkoston suunnitteluvaiheet	15
4	Talousvesijohtoverkoston suunnittelun valmistelu	18
4.1	Rakennuksen sijainti ja ympäristö	18
4.2	Rakennuksen malli	20
4.3	Rakennuksen koko, sisältö ja kokonaisvedenkulutus	21
4.4	Rakennuksen lämpimän veden kulutus ja vedenlämmitystavat	22
4.5	Rakennuksen asiakkaiden vedenkäyttötavat	23
4.6	Talousvesijohtojen sijoittelu yleensä	24
4.7	Tonttivesijohdon ja kylmän talousvesijohdon sijoittaminen	25
4.8	Lämpimän talousvesijohdon sijoittaminen	26
4.9	Rakennuksen yleinen kunto ja peruskorjauksen tarpeellisuus	27
5	LVI-selostuksen työstäminen	31
5.1	Veden kulutustavoitteet	32
5.2	LVI-töiden ja -hankintojen laatuvaatimukset	34
5.3	LVI-tuotteiden sähkölaatuvaatimukset	35
5.4	LVI-tuotteiden vaihto-oikeus- ja valintavaatimukset	35
5.5	Urakoitsijoiden LVI-tuotteisiin liittyvät tiedotteet	36
5.6	Putkiurakoitsijoiden LVI-tuotteiden käsittely ja varustus	36
5.7	Asennustyö	37

5.8	Puhdistus, esteettisyys- ja äänitekniset vaatimukset	38
5.9	Putkien ja rakenteiden väliset läpiviennit ja reiät	39
5.10	Putkien kiinnitys sekä kannatus	39
5.11	Vesijohtojen lämpölaajenemisen tasaaminen	40
5.12	LVI-tuotteiden ja -laitteiden mallit sekä merkinnät	41
5.13	Laadunvarmistus ja käyttöönotto	42
5.14	Eristys ja nousuhormit	43
5.15	Nousujohtohormien sijoitus ja varustus	46
5.16	Lämmitysjärjestelmät	48
5.17	Lämmönsiirtimeen pumpput	51
5.18	Paisunta-astiat	52
5.19	Lämpö- ja painemittarit	53
5.20	Vesi- ja viemärijärjestelmät	54
5.21	Talousvesijohtoverkoston ja viemäriverkoston yleiset laatuvaatimukset	54
5.22	Talousvesijohtoverkoston putkien perusvaatimukset	55
5.23	Talousvesijohtoverkoston putkien tarvikkeet ja varusteet	60
5.24	Talousveden lämmittimet	68
5.25	Lämpimän veden käyttö lämmityksessä	69
5.26	Vesijohtoverkoston pumpput ja painevesisäiliöt	70
6	Vesijohtokalusteiden mallintaminen ja sijoittelu	73
6.1	Omakotitalot, rivitalot ja asuinkerrostalot	75
6.2	Koulut ja päiväkodit	81
6.3	Toimistot, teatterit ja liiketilat	85
6.4	Uimahallit, urheiluhallit, kylpylät, vesipuistot ja huvilat	90
6.5	Ravintolat, kahviot, baarit ja suurkeittiöt	94
6.6	Sairaalat, terveyskeskukset, vanhusten palvelutalot, laboratoriot, hammas- hoitolat, apteekit ja optikkoliikkeet	100
6.7	Teollisuusrakennukset ja autopesulat	106
7	Tonttivesijohdon ja painevesisäiliön mitoittaminen	109
7.1	Tonttivesijohdon mitoittaminen	109
7.2	Painevesisäiliön mitoittaminen	116
7.3	Paineenkorotusasema	117

8	Lämmönsiirtimen ja lämminvesivaraajan mitoitus	121
8.1	Kaukolämmönsiirtimen talousvesijohtojärjestelmän mitoitus	121
8.2	Lämminvesivaraajan mitoitus	125
8.3	Kiertovesijohtopumpun ja säätöventtiilin mitoitus ja valinta	126
9	Talousvesijohtojen reitittäminen ja mitoitus	128
9.1	Vesijohtojen reititys ja piirustusohjeita	128
9.2	Vesikalusteen kytkentäjohtojen mitoitus ja reititysohjeet	129
9.3	Jakovesijohtojen mitoitus kerroksissa ja vesikalustetiloissa	129
9.4	Nousuvesijohtojen ja hormin koon mitoitus	130
9.5	Alimman kerroksen tai yleiskäytävän runkovesijohtojen mitoitus	130
9.6	Virtaamien ja painehäviöiden tarkastelu johto-osuuksien mukaan	130
9.7	Lämpimän veden kiertojohtoverkoston ja linjasäätöventtiilien mitoitus	131
10	Yhteenveto	133
	Lähteet	134
Liite 1.	Vesijohtoliitossopimus ja KVV-laitteistoselvitys, esimerkki	
Liite 2.	Asuinrakennuksien vesikalusteet	
Liite 3.	Koulujen ja päiväkotien vesikalusteet	
Liite 4.	Toimistojen, teattereiden ja liiketilojen vesikalusteet	
Liite 5.	Urheilu-, uimahallien, kylpylöiden ja huviloiden vesikalusteet	
Liite 6.	Ravintoloiden, suurkeittiöiden, kahviloiden ja baarien vesikalusteet	
Liite 7.	Sairaaloiden, terveyskeskuksien, vanhusten palvelutalojen, laboratorioden, hammashoitoloiden, apteekkien ja optikkoliikkeiden vesikalusteet	
Liite 8.	Teollisuusrakennuksien ja autopesuloiden vesikalusteet	
Liite 9.	Vesikalusteiden takaisinimusuojaus vesikalusteissa	
Liite 10.	Asuntojen vesikalustetilaiden normivirtaama summat	
Liite 11.	Omakotitalojen vesikalustetiloiden yhdistelmät ja niiden normivirtaamasummavaihtoehdot	
Liite 12.	Asuntojen vesikalustetilaiden yhdistelmät ja niiden normivirtaamasummavaihtoehdot	
Liite 13.	Vesijohtojen mitoitusaulukot	
Liite 14.	Vesijohtojen painehäviöt	
Liite 15.	Painevesisäiliön mitoitus	

1 Johdanto

Moni LVI-suunnittelija on projektityössään tehnyt vesijohtosuunnitelmia yhtenä osana alueena koko rakennuksen LVI-suunnitelmista ja huomannut varmaan tarvitsevänsä kaiken kattavia talousvesijohtoverkoston suunnitteluohjeita ja ratkaisuja. Näitä kannattavia suunnitteluohjeita ja ratkaisuja tulen esittelemään tässä insinöörityössäni. Aloitin insinöörityön tekemisen keväällä 2011 suunnittelutoimistossa FCG (Finnish Consulting Group) Oy:ssä LVI-suunnittelupäällikkö Kim Fredrikssonin ja koulun puolesta lehtori Hanna Sulamäen ohjeistamana.

Tämä työ käsittelee eri rakennuksien talousvesijohtoverkostoja, niiden mitoittamista ja niihin liittyviä vesikalusteita sekä kertoo, miten talousvesijohtoverkosto kannattaa suunnitella toimivaksi. Rakennuksien talousvesijohtoverkostojen suunnittelussa otan huomioon eri rakennuskohteiden vedenkäyttö- ja kulutustavat ja selostan, mitä vesikalusteita on hyvä valita eri rakennuskohteisiin vedenkäyttömukavuuksien ja rakentamismääräyskokoelman vaatimuksien kannalta. Nämä vedenkäyttö- ja -kulutustavat vaikuttavat oleellisesti myös vesijohtojen mitoittamiseen, sijoittamiseen ja niiden elinkaareen, jolloin vesijohtoverkoston mitoitus kannattaa tehdä harkiten rakennuksien määräyskokoelman vaatimuksien mukaisia ohjeita soveltaen. Tämän lisäksi selostan, miten vesijohdot on hyvä sijoittaa esteettisesti eri rakennuksen osiin ja mitä putkimateriaalia on hyvä käyttää kussakin rakennuksen osassa niin, että ne soveltuvat huollon tai remontin yhteydessä vaihdettaviksi.

Talousvesijohtoverkostojen oikealla mitoituksella ja asennuksella voidaan estää vesijoh-tojen liiallinen vedenkulutus ja johtojen korroosion vaikutukset, putkivuotoja sekä mahdollisia terveyshaittoja. Talousvesijohtoverkosto on suunniteltava niin, että jokai-sesta vesikalusteesta saadaan puhdasta sekä oikean lämpöistä, että oikean virtaaman verran vettä. Vesikalusteita käytetään moniin eri käyttötarkoituksiin, ja tämän takia niillä on erilaisia vaatimuksia käytön suhteen. Esim. hätäsuihkun käyttötarkoituksena on ensiavun antaminen, muun muassa silmien puhdistaminen kemikaalien roiskeilta, jotka saattavat aiheuttaa korvaamattomia vahinkoja. Talousvesijohtoverkoston mitoitus vaikuttaa myös vesikalusteiden veden kulutukseen ja sitä kautta vesikalusteen elinkaa-reen.

Vanhoissa peruskorjattavissa rakennuksissa on saatettu liittää lattialämmitys lämpi-mään talousvesijohtoon, mikä voi lisätä veden bakteeripitoisuutta. Vanhoissa asuinra-kennuksissa taas on yleensä pesuallas sijoitettu suihkuhanan yhteyteen, mikä ei ole käyttömukavuuksien kannalta hyvä ratkaisu. Monista kylpyhuoneista puuttuu myös bideesuihku ja pesukoneliitännät. Talousvesijohtojen vuodonilmaisimet puuttuvat vesi-johtonousujen hormeista ja huoneisto- tai käyttökohtaiset linjasäätö- ja sulkuventtiilit sekä mahdolliset vesimittarit puuttuvat. Muun muassa näistä syistä johtuen rakennuk-sien vesijohdot ovat nykyään huonossa kunnossa ja peruskorjauksen tarpeessa. Näin ollen työn tavoitteena oli luoda kattavat talousvesijohtoverkoston suunnitteluohjeet ja -ratkaisut uusia rakennuksia ja tiloja sekä peruskorjausta vaativia rakennuksia että uu-distettavia tiloja varten.

2 Rakennuksien talousvesijohtojen suunnittelun tavoite

Talousvesijohtoverkoston tarkoitus on palvella käyttäjien tarpeita niin, että terveys-, käyttömukavuus- ja turvallisuusasiat tulisi huomioida käytännössä, jolloin tarvitaan talousvesijohtoverkoston suunnittelijaa. Hyvin tehty talousvesijohtoverkoston suunnittelu takaa myös ekologisen ja hyvän elinkaaren vesijohtoverkostolle, sekä sen varusteille että vesikalusteille. Nämä kaikki asiat tulee täyttää yhtenä osana rakennushankkeen LVI-suunnittelua ja -rakentamista. Tosin yksittäisten vesijohtojen uusiminen ei välttämättä vaadi vesijohtojen suunnittelua, mutta koko rakennuksen tai jonkun tilan vesijohtojen uusiminen vaatii usein vesijohtojen suunnittelua. Rakennushankkeen tilaajalla on oltava aina käytettävissä riittävän ajoissa pätevyysvaatimukset täyttävät suunnittelijat, jotka ilmoitetaan rakennuslupaa koskevassa hakemuksessa. LVI-suunnittelijan ja talousvesijohtoverkoston suunnittelijan kelpoisuus arvioidaan rakennuksen vaativuuden mukaan ja heidän pätevyysvaatimuksiaan, jotka ovat seuraavat:

- Suuriin ja vaativiin eli uimahalli-, teollisuus- tai terveyshoitoalanrakennuksien rakennushankkeiden LVI-suunnittelutehtäviin osallistuvilla henkilöillä pitää olla suoritettuna korkeakoulututkinto eli LVI-diplomi-insinöörin tai LVI-insinöörin tutkinto (2, s. 17).
- Yhden kiinteistön rakennushankkeiden tai vaativien rakennuksien avustaviin LVI-suunnittelutehtäviin osallistuvilla henkilöillä pitää olla suoritettuna ammattikorkeakoulututkinto eli LVI-insinöörin tutkinto (2, s. 17).
- Pieniin jonkun tilan tai rakennushankkeiden avustaviin LVI-suunnittelutehtäviin voi osallistua henkilö, joka on suorittanut LVI-tekniikkotutkinnon tai jonkun muun vastaavan LVI-opintotutkinnon (2, s. 17).

LVI-suunnittelijan ja talousvesijohtoverkoston suunnittelijan vastuulla ovat hänen laatimansa LVI-suunnitelmat. Lisäksi heidän vastuullaan on huolehtia suunnittelu- ja työmaa-aikana ajan tasalla olevien tarpeellisten asiakirjojen käytössä olemisesta. Vesijohtoverkoston suunnittelijan on myös huomioitava rakennuksen erityispiirteet ja käyttötavat niiden vaatimine rakennusosineen ja materiaaleineen sekä muiden järjestelmien muodostavat suunnitelmat, jotta vesijohtoverkostosta saadaan keskeisesti toimiva kokonaisuus.

LVI-suunnittelijan on lisäksi hankittava suunnitelmilleen tarpeelliset viranomaisluvat ja hyväksynnit ennen kuin työmaan rakentaminen voi alkaa. Vesijohtoverkostosuunnittelijan on hankittava tonttivesijohtoliitossopimukset, täytettävä KVV-laitteistoselvitys (liite 1) ja hoitaa LVI-suunnitelmiansa asiakirjoilleen tarpeelliset viranomaishyväksynnit (1; 2). Jos näitä vaatimuksia laiminlyödään jollain tavalla, siitä seuraa usein lisäkustannuksia ja työmaa-aika pidentyy eli rakennusta ei saada tehtyä valmiiksi määräajassa. Tosin on olemassa muitakin syitä, minkä takia voi tulla lisäkustannuksia tai työt voivat pidentyä työmaa-aikana, esimerkiksi työmaa-aikana voidaan huomata, että LVI-laitteet olivat huonommassa kunnossa, kuin suunnitelmissa oli huomioitu.

2.1 Talousvesijohtoverkoston rakentaminen suunnittelijan näkökulmasta

Vesijohtojen suunnittelun tarkoitus on myös estää vesijohtojen korroosiota ja putki-
vuotoja, antaa hyvät asennusohjeet urakoitsijalle ja huolto-ohjeet isännöitsijälle, kiinteistön omistajalle sekä käyttöohjeet käyttäjälle. Näin ollen rakennushankkeen tilaajalla pitää olla myös käytettävissä rakentamis- ja erityisrakentamistehtävien osaavat työnjohtajat ja urakoitsijat työmaavaiheessa. Näiden työnjohtajien on vähintään omistettava LVI-tekniikan tutkinto, putkiasentajan ja ilmastointiasentajan erikoisammattitutkinto tai kolmen - kuuden vuoden kokemus vastaavista työnjohtotehtävistä rakennuksen vaativuudesta riippuen, joten määräyksien mukaan vesijohtojakaahan ei voi asentaa kuka tahansa henkilö, vaan sen työntekijän pitää olla ammattilainen. (1, s. 5–14.)

Tosin nämäkään asiat eivät aina takaa hyvää elinkaarta vesijohtoverkostolle, jos kyseessä on huolimaton urakoitsija, isännöitsijä tai käyttäjä, tai muut ympäristötekijät; esim. ilkivalta ja epätavalliset sääolosuhteet. Jokainen urakoitsija ja työnjohtaja on myös vastuussa työtehtävistään ja mahdollisten virheiden syntymisestä. Tehokkaalla suunnittelun ja työmaavalvonnalla sekä kunnossapidolla estetään mahdolliset ilkivallan teot, asennusvirheet ja saavutetaan vesijohtoverkostolle ja sen vesikalusteille sekä varusteille haluttu elinkaari ja toimivuus.

Tarkemmin sanottuna voidaan huomata nopeammin esimerkiksi mahdollisen korroosion synnyn aiheuttamat vahingot tai sääolosuhteiden vahingoittamat jäätyneet putket. Nämä putket ja eristeet on hyvä korjata saman tien, jotta vesi pääsisi virtaamaan hyvin eikä korrosio pääsisi etenemään liian pitkälle verkostossa. Jos rakennushankkeiden LVI-töiden vahinkoja tai virheitä ei korjata ajoissa tai laiminlyödään määräyksien mukaisia LVI-töitä, nämä asiat voivat vaarantaa käyttäjien terveellisyyttä, turvallisuutta, energiataloudellista käyttöä tai ympäristöä. (1, s. 14–18, 22–39.)

2.2 Talousvesijohtoverkoston korroosion ehkäisy

Vesijohtojen korroosiota syntyy, jos veden virtausnopeus, lämpötila, painehäviöt tai laadun ainepitoisuudet kasvavat liian suureksi. Tämän takia vesijohtojen mitoitus on suoritettava huolellisesti, niin ettei korroosiota pääse syntymään. Vesijohtojen korroosion kannalta suunnittelussa pitää ottaa huomioon seuraavat asiat (3; 4):

- vesijohtojen oikea mitoitus, sijoitus ja asennus
- niiden varusteiden sekä kalusteiden tyyppi- ja materiaalivalinnat
- niiden kulutus ja käyttömukavuus.

Korroosion ehkäisytoimenpiteitä vesijohtosuunnittelussa ovat seuraavat (3; 4):

- vesijohtoverkoston oikein mitoitus materiaalivalintojen, sääolosuhteiden, ympäristön, rakenteiden ja rakennuksen sijoituksen sekä käytön kannalta
- vesijohtoverkoston eristeiden ja koteloinnin oikea sijoitus, asennus ja valinta
- vesijohtoverkoston ja sen kalusteiden oikea käyttö ja kulutus
- vesijohtojen oikea varustus ja verkoston säädettävyys
- suunnittelun, työmaan ja kunnossapidon valvonta.

Vesijohtoverkoston suunnittelu on siis suoritettava huolella, jotta korroosiota ei pääse syntymään ja voidaan taata vesijohtoverkostolle ekologinen ja hyvä elinkaari (15).

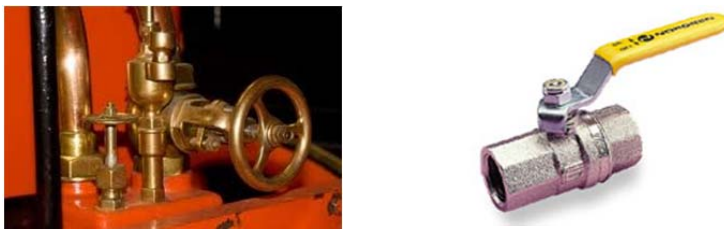
2.3 Talousvesijohtoverkoston putkimateriaalien kehitys

Kylmävesijohdoissa on käytetty 1900-luvulta lähtien sinkittyä teräsputkimateriaalia, mutta n. 1960-luvun lopulla luovuttiin sinkityn teräsputkimateriaalin käytöstä sinkkikadon synnyn ja kupariputkien kehityksen sekä yleistymisen myötä (kuva 1). Lämminvesi- ja lämminkiertovesijohdoissa käytettiin jo 1930-luvulla kupariputkia, ja tämä putkimateriaali todettiin jo silloin hyväksi niissä johdoissa (6; 9; 20).



Kuva 1. Vasemmalla sinkitty teräsputkimateriaali ja oikealla kupariputki

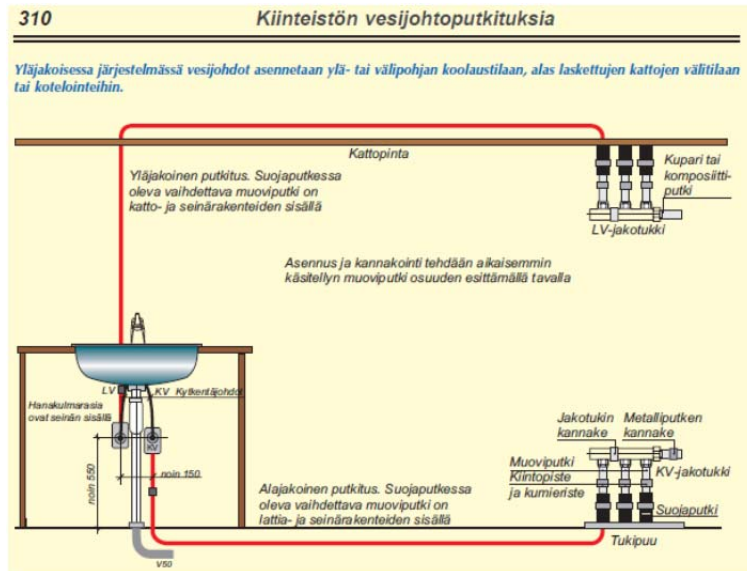
Sulku- ja linjasäätöventtiilit olivat ennen messinkisiä tai pronssisia, jotka olivat painavia sekä tukkeutuivat usein korroosion vaikutuksesta (kuva 2). 1980-luvun jälkeen kehitettiin sinkkikadon kestävä ruostumaton teräsmateriaali, jota alettiin käyttää venttiileissä messingin tilalla ja etenkin teollisuusrakennuksissa (kuva 2). Myöhemmin venttiileissä alettiin käyttää myös enemmän muovisia tiivisteosia, ja näin venttiilien toimivuus ja mitoitus parantui. Nykyisten kupariputkien ja venttiilien käyttöikä on n. 30 vuotta. Muoviputket ovat lähes ikuisia oikein käytettynä, asennettuna ja mitoitettuna. Niiden putkien seinämä ohentuu kuitenkin pitkän ajan kuluessa veden virtauksen aiheuttamana, ja tämän takia on annettu muoviputkillekin käyttöiäksi 50 vuotta (6; 9; 20.)



Kuva 2. Vasemmalla messinkinen venttiili ja oikealla ruostumattomasta teräksestä tehty venttiili

2.4 Talousvesijohtoverkoston putkimateriaalit ja vesijohtojen sijoittelu

Vesijohtojen yleisesti käytettyjä materiaaleja ovat kupari, teräs ja muovi. Vesijohtojen materiaaleista käytetyin ja yleisin on kupari. Vesijohtojen tulisi sijaita aina alakatossa, nousuhormeissa, seinä- ja kattokoteloissa tai näkyvillä katossa tai seinällä (kuva 3).



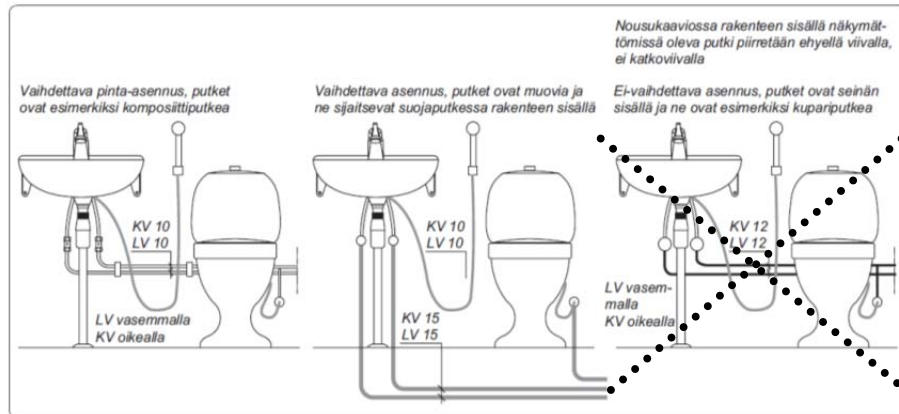
Kuva 3. Vesijohtojen sijoittelu (6, s. 109)

Vesijohtoja voi asentaa myös putkitunneleihin tai lattian alle olevaan alapohjan tyhjiin tilaan. Putkitunnelin vähimmäiskorkeutena ja -leveytenä on hyvä käyttää 1,5 m:n pituutta (kuva 4). Alapohjan tyhjiin tilaan, niin sanottuun ryömintätilaan, asennettavien vesijohtojen materiaalin pitää olla muovia ja ne on hyvä eristää kylmien olosuhteiden mukaan 1,5 cm paksulla solukumieristeellä. Lisäksi tämän tilan vesijohtoihin ei saa asentaa haaroituksia, ja sen korkeuden ja leveyden on hyvä olla vähintään 0,8 m (3, s. 7–9).



Kuva 4. Putkitunneli

Vesijohtoja saa asentaa rakenteiden sisään muovisuojaupäällysteisillä putkilla, mutta niilläkään ei saa tehdä haaroituksia tai liitoksia muihin laitteisiin. Näkyville kattoon tai seinään asennettavat putket on myös suojattava ylimääräiseltä kosteudelta muovi- tai kromipinnoitteella (kuva 5).



Kuva 5. Vesijohtojen sijoitus

- Vasemmalla putket voivat olla kromattuja kupariputkia tai muoviputkia.
- Keskellä putket ovat muoviputkia rakenteiden sisällä.
- Oikealla putket on asennettu määräysten vastaisesti rakenteiden sisään (6, s. 104).

Vesijohtojen läpiviennit pitää tehdä huolella, tiivistää ja rakenteet tulee suojata mahdollisilta rakenneaurioilta ja käyttää mahdollisuuksien mukaan muovisia tai metallisia läpivientikappaleita. Vesijohdot pitää eristää ja koteloida hyvin, jotta eristys tai kotelointi suojaisi vesijohtoja ilkivallalta, ympäristön liialliselta kylmyydeltä, ja hiukkaspitoisuuksilta sekä kosteudelta. Näin ollen vesijohdot tulisi eristää alakatossa, kylmässä tilassa ja ulkoseinän tai portaikon kylmän seinän koteloinneissa kuten Paroc:in ohjeissa (11) neuvotaan. Maassa olevat vesijohdot on myös routaeristettävä ja varustettava sähkösaatolla, jos vesijohto on alle 0,8 m:n päässä maan pinnasta. Muuten maassa olevat vesijohdot jäätyvät talvella, ja vesi ei pääse virtaamaan kunnolla. Maassa olevat vesijohdot tehdään nykyään muoviputkista, joiden nykyinen routaeristys ja sähkösaatomahtoisuudet ovat hyviä. Ennen käytettiin maassa valurauta- ja teräsputkia, mutta nykyään niistä on luovuttu muoviputkien kehityksen myötä.

2.5 Veden laatu

Vesi tulee rakennuksiin vesilaitokselta kunnan vesijohtoverkoston kautta tai haja-asutusalueen pohjavesikaivoista. Vesilaitokselta lähtevä vesi ei saa sisältää pieneliöitä tai loisia tai mitään aineita sellaisina määrinä tai pitoisuuksina, joista voi olla vaaraa ihmisten terveydelle.

Näin ollen vesilaitoksen on noudatettava sosiaali- ja terveysministeriön asetuksia koskien talousveden laatuvaatimuksia ja valvontatutkimuksia, joissa mainitaan veden laadulle tarkat mikrobiologiset ja kemiallisten aineiden pitoisuudet. Tällöin vesilaitos on vastuussa laatuvaatimusten täyttymisestä kiinteistön vesijohtoon liittämiskohtaan saakka. Nämä laatuvaatimukset koskevat talousvettä, joka soveltuu käytettäväksi vähintään 10 m³ päivässä taikka vähintään 50 henkilön tarpeisiin ja jota käytetään elintarvikealan yrityksissä tuotteiden tai aineiden valmistuksessa, jalostuksessa, säilytyksessä ja markkinoinnissa julkisen tai kaupallisen toiminnassa. Talousveden laatuvaatimukset on luotu myös ehkäisemään vesijohtojen putkimateriaalien mahdollista korroosion syntyä. Yleisesti ottaen putkien korroosion syntyminen aiheuttaa talousveden liiallista kulutusta, ja veteen voi tulla maku-, väri- ja hajuhaittoja, jotka voivat olla terveydelle vaarallisia sekä hankaloittavat astioiden pesua ja kuluttavat astioiden pinnan huonokuntoiseksi. Näin ollen rakennuksien oikein mitoitetussa ja määräyksien mukaan tehdyssä vesijohtoverkostossa vesi säilyy puhtaana ja raikkaana.

Seuraavassa otoksessa selostetaan talousveden laatuvaatimukset sosiaali- ja terveysministeriön asetusten mukaan (13).

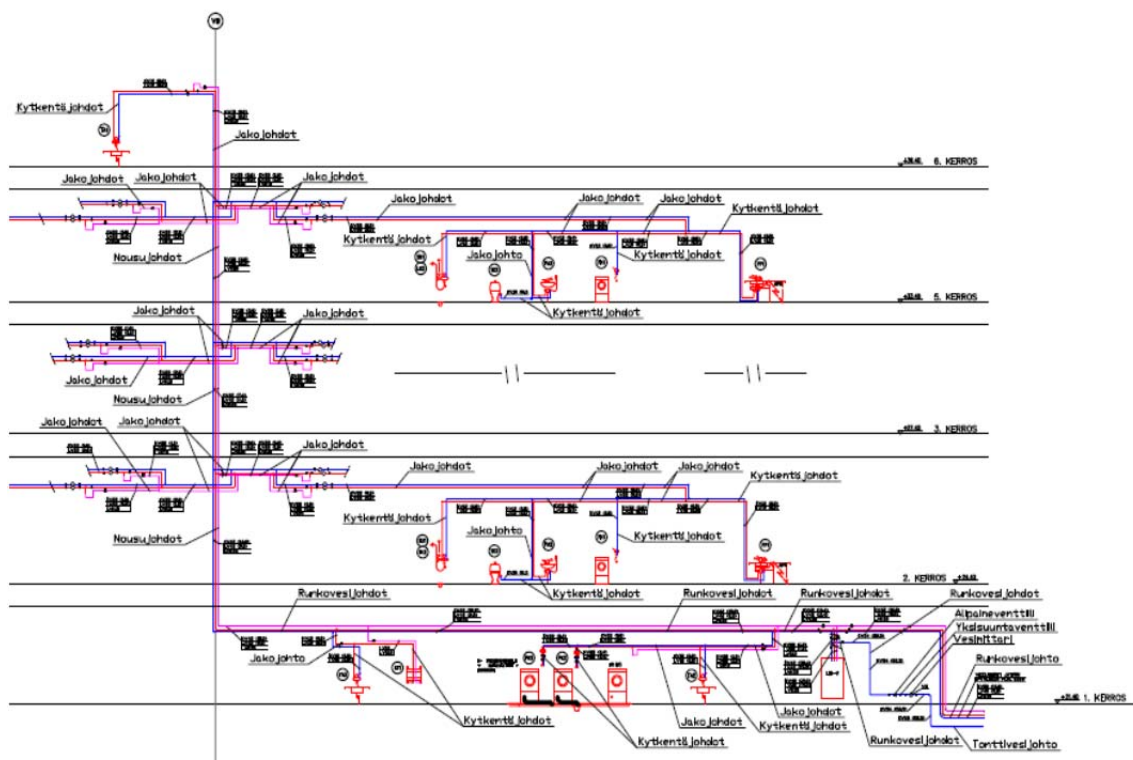
Huomautukset:

- 1) vesi ei saa olla syövyttävää
- 2) vesijohtomateriaalien syöpymisen ehkäisemiseksi kloridipitoisuuden tulisi olla **alle 25 mg/l**
- 3) 1 §:n 3 kohdan talousvedelle raudan enimmäispitoisuus on **alle 400 µg/l** ja mangaanin enimmäispitoisuus **alle 100 µg/l**
- 4) vesijohtomateriaalien syöpymisen ehkäisemiseksi sulfaattipitoisuuden tulisi olla **alle 150 mg/l**
- 5) 1 §:n 3 kohdan talousvedelle koliformisten bakteerien enimmäispitoisuus on **alle 100 pmy/100 ml**
- 6) 1 §:n 3 kohdan talousvedelle radonin enimmäispitoisuus on **alle 1000 becquerel/l**

Talousveden laatuvaatimuksissa ohjeistetaan myös, että veden on oltava aina käyttö-tarkoitukseensa soveltuva, eikä se saa aiheuttaa haitallista syöpymistä tai haitallisten saostumien syntymistä vesijohdoissa ja vedenkäyttölaitteissa. Näin oikein eristetty vesi-johtoverkosto tulee pitää kylmän veden kylmänä ja lämpimän veden lämpimänä. Jos vesi lämpenee liikaa kylmävesijohdoissa huonojen eristeiden takia, vedessä saattaa kehittyä bakteereja. Toisin sanoen talousvesijohntoverkoston ei saa liittää mitä tahansa vedenkäsittelylaitetta tai vesijohtokalustetta, vaan niidenkin pitää täyttää määräykset, joissa sanotaan, ettei niissä käytetyistä materiaaleista saa joutua talousveteen epäpuh-tauksia suurempia määriä kuin niiden käytön mahdollistamiseksi on välttämätöntä, ja tämän veden on täytettävä myös kyseiset laatuvaatimukset.

2.6 Talousvesijohntoverkoston osuudet ja niiden sijoitus

Vesijohntoverkoston osuudet jaetaan yleensä kiinteistössä seuraavasti: kiinteistöön tule-vaan kylmään tonttivesijohntoon ja lämmöntuotantolaitteiden liitoksista lähtien runko-johtoihin, nousujohtoihin, jakojohntoihin ja kytkentäjohtoihin (kuva 6).

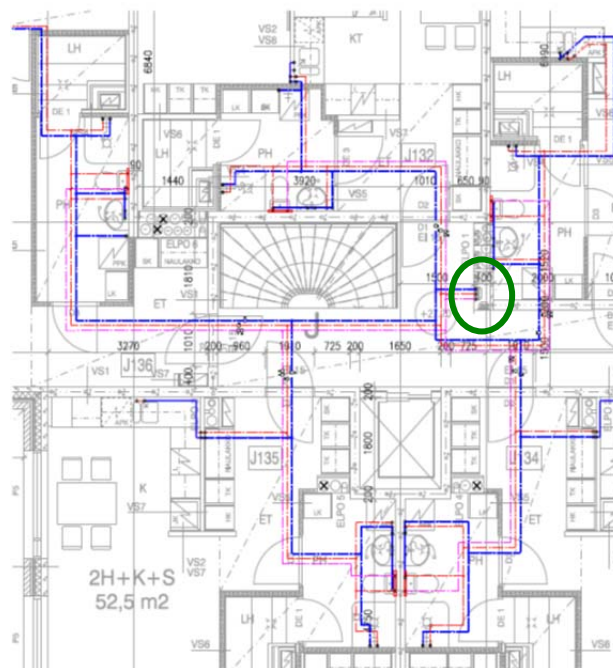


Kuva 6. Vesijohntojen verkoston osuudet

Runkojohdot kulkevat alimman kerroksen katossa, alakatossa, seinillä tai putkitunneleissa sekä maassa talosta toiseen. Nousujohdot kulkevat hormoneissa tai koteloinneissa ylös kerroksesta toiseen pilarin seinämää, ulkoseinää tai huoneistojen tukiseinämiä vasten. Jakojohdot kulkevat taas kerroksien alakatossa, rakenteissa tai huoneiston seinällä koteloinneissa tai näkyvissä. KytKentäjohdot kulkevat yleensä näkyvissä kylpyhuoneen tai keittiön seinällä, tai sitten seinärakenteissa tai koteloinneissa vesikalusteille. Yleisesti ottaen kaikki verkoston osuudet voidaan tehdä joko kupariputkia tai muoviputkia käyttäen. Seuraavissa luvuissa mainitsen muutamia erityiskohtia ja poikkeuksia, milloin on käytettävä muoviputkia ja milloin kuparia.

2.7 Vesijohtoverkoston putkimateriaalivalinnat rakennuksessa

Vesijohtojen nousujohdot on hyvä sijoittaa keskeisille paikoille, mistä ne on hyvä jakaa eri jakojohto- tai runkojohto-osuuksiin. Tällaisia paikkoja ovat esim. porraskäytävän hormiosuudet, joissa on alakatot jakojohto-osuuksien sijoittelua varten (kuva 7).



Kuva 7. Vesijohtojen nousuhormin hyvä sijainti portaikossa (ympäröity)

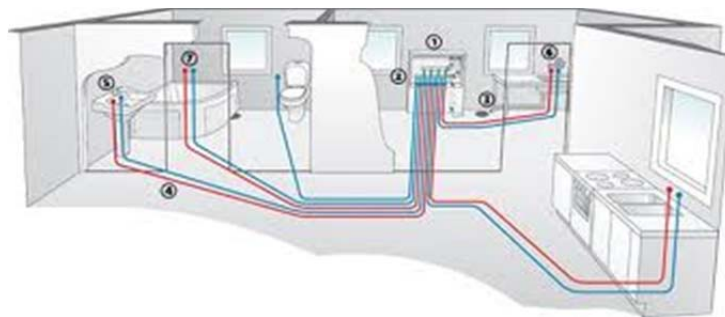
Rakennuksen huonesijoittelu voi vaatia kuitenkin jako- tai runkojohtojen sijoittamista rakenteisiin tai lattiaan esim. väestösuojantilojen yläpuolella on kylpyhuone, on silloin käytettävä standardin mukaisia muovipinnoitettuja kupariputkia (18) tai komposiittiputkea (19). Komposiittiputkea voidaan käyttää myös muualla kuin pelkästään tällaisissa ongelmapaikoissa. Näitä komposiittiputkia ei tarvitse eristää alakatossa, hormoneissa tai

näkyvillä, koska putken muovipinta on jo itsessään tarpeeksi hyvä eriste lämpöhäviöiden puolesta. Nämä muoviputket eristävät paremmin myös veden virtauksen ääniä sekä vievät vähemmän tilaa ahtaissa paikoissa. Tosin muoviputket vaativat yleensä enemmän kannakkeita asennettaessa kattoon tai seinälle. Komposiittiputki ei ole myöskään yhtä altis korroosiolle kuin kupari, jos veden pH-pitoisuus vaihtelee. Komposiitti tai PEX-suojaputket eivät kuitenkaan kestä yli 70 °C:n lämpötiloja, joten niitä ei voi kytkeä sähkövaraajan kanssa olevaan vesijohtoverkoston (29; 31). Tällaisissa tapauksissa on käytettävä kupari- tai teräsputkimateriaaleja. Nämä putket on kuitenkin eristettävä kylmässä tilassa ja ulkoseinän läheisyydessä.

2.8 Talousvesijohtoverkoston putkimateriaalivalinnat märkätilojen mukaan

Märkätiloiksi luetaan kaikki huoneet, joissa on lattiakaivo tai suihkuallas, esim. kylpyhuoneet. Näissä tiloissa näkyvillä olevat kupariset vesijohtojen kytkentäjohdot on kromattava eli suojattava ylimääräisiltä suihkun vesiroiskeilta ja kondensoitumiselta. Jos vesijohto pääsee kondensoimaan, se lisää ilmankosteutta ja tunkkaisuuden tunnetta ja voi aiheuttaa homeen syntyä kyseisiin tiloihin.

Julkisen rakennuksen esimerkiksi sairaalan, vanhainkodin, teatterin tai muun suuren yleisön käytössä olevien tilojen, vesijohtoverkoston kytkentäjohdot kannattaa sijoittaa rakenneseinän, lattian tai koteloidun asennusseinän sisään muovisin PEX-suojaputkin mahdollisuuksien mukaan (31) (kuva 8).



Kuva 8. Vesijohdot rakenteiden sisään julkisissa tiloissa (31)

Tämä asennusvaihtoehto mahdollistaa esteettömät seinätilat ja estää putkiin kohdistuvat mahdolliset ilkeivallat teot. Rakenteiden sisään ei saa asentaa kupariputkia, koska ne eivät ole enää vaihdettavissa asennuksen jälkeen rikkomatta rakenteita. Ennen muovisen suojaputken liittämistä kupariputki tulee liittää jakotukkiin, josta sitten muoviset putket voivat kulkea jokaiselle vesikalusteelle erikseen. Ennen vesikalusteen ha-

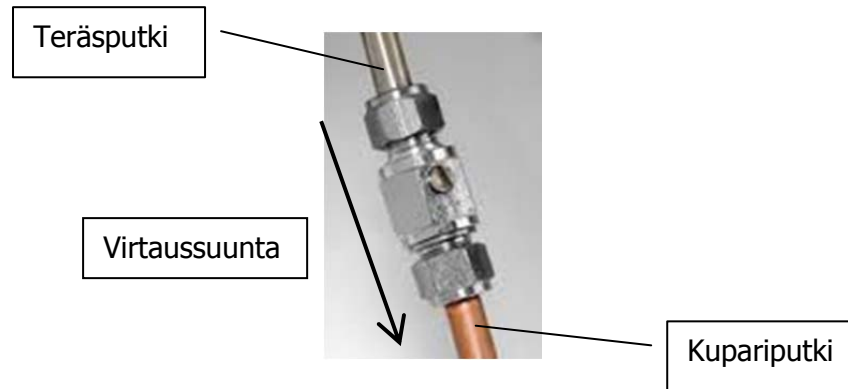
naa tai sekoitinta kytkentäjohto on liitettävä hanaan hanakulmarasioin. Tällainen muovinen vesijohtomateriaali on esim. (31) Uponorin paineen kestävä ja joustava muovisuojaattu PEX-putkimateriaali. Tätä putkimateriaalia ei voida kuitenkaan käyttää runko-, nousu- tai jakojohdo-osuuksilla, koska putkikoot ovat usein liian pieniä. Näin ollen rakenteiden sisällä olevilla vesijohdoilla ei voida tehdä myöskään haaroituksia ilman vuotoriskiä.

2.9 Talousvesijohtoverkoston putkimateriaalivalinnat erityiskäyttökohteiden mukaan

Uimahallien vedenkäsittelyssä veden hiukkas- ja kloridipitoisuudet, pH ja lämpimän veden lämpötila voivat vaihdella suuresti, jolloin täytyy käyttää PVC-muoviputkia, komposiittiputkia tai sinkkikadon kestäviä kromipinnoitteellisia kupariputkia. Tavalliset kupariputket eivät liioin kestä veden kloridipitoisuuksia, koska kloridi passivoi ja toisaalta myös kuluttaa kuparin putkipintaa syövyttävästi. Tosin näihin putkiin ei voi asentaa messinkisiä varusteita, kuten venttiileitä, koska ne kuluvat nopeammin veden kloridipitoisuuksien aiheuttaman sinkkikadon syntymisen takia eikä yksinäinen hauras kuparirakenne enää kestä veden virtausta.

Teollisuudessa käytetään usein ruostumatonta teräsputkea, koska teollisuusalueiden ympäristössä ja ilmassa on paljon eri hiukkaspitoisuuksia ja kosteutta. Tämän ruostumattoman teräsputken mitoituksessa voidaan käyttää sinkityn teräsputken mitoituskäyrästä, koska niiden materiaalin pintavastus on suunnilleen sama. Teollisuuden vedenkäsittelyverkoston on oltava irrallaan talousveden verkostosta, imusuoja, takaisku- ja sulkuventtiiliryhmien avulla, jotta talousveteen ei pääse kulkeutumaan haitallisia aineita. Jos putkistoon pääsee jollain tavalla haitallisia aineita, ne lisäävät usein veden pH-pitoisuutta ja saattavat aiheuttaa kuparin liukenemista veteen, mikä ei ole suotavaa.

Haitallisia aineita kertyy myös putkien pinnalle, jolloin ruostumaton teräsputken käyttö on suotavaa sen korroosion kestävyys takia. Nämä teräsputkimateriaalit ovat kalliita, ja niitä ei voi liittää kuparin kanssa yhteen muuta kuin veden virtaussuunnan mukaisesti eli lämmönsiirtimestä lähtien ensin teräs, sitten kupari (kuva 9). Tämän takia teräsputkia käytetään vain niitä vaativissa paikoissa.



Kuva 9. Ruostumaton teräs-kupariputkiliitos

3 Talusvesijohtoverkoston suunnitteluvaiheet

Talusvesijohtojen suunnittelun kannalta ei koskaan kannata mennä suin päin piirtämään vesijohtoja vesikalusteesta kohti lämmöntuotantolaitteistoa tai antaa tarjousta tai hintaa tietämättä, minkälainen kohde on kyseessä. Muuten tulee helposti suunnitteluvirheitä ja niiden virheiden kannalta työ pitkittyy ja sen tuottavuusaste laskee. Tämän takia työ kannattaa suunnitella aina vaiheittain edeten viiden eri suunnitteluvaiheisiin:

1. hankesuunnittelu
2. luonnossuunnittelu
3. urakkasuunnittelu
4. työmaa- ja muutossuunnittelu
5. luovutussuunnittelu (2).

Nämä suunnitteluvaiheet kannattaisi minun mielestä vielä jakaa pienempiin osiin, jotta suunnittelutyön eteneminen olisi helpompaa. Siksi esitän tässä työssä, miten nämä suunnitteluvaiheet voisi jakautua viiteen vielä pienempään eri työsuunnitteluvaiheeseen työn etenemisen kannalta.

1. Hankesuunnittelu: Vesijohtoverkoston suunnittelun valmistelu (luku 4)
2. Luonnossuunnittelu:
 - 2.1. LVI-selostuksen työstäminen (luku 5)
 - 2.2. Vesijohtokalusteiden mallintaminen ja sijoittelu (luku 6)
 - 2.3. Tonttivesijohdon ja mahdollisen painevesisäiliön mitoittaminen (luku 7)
3. Urakkasuunnittelu:
 - 3.1. Talusveden lämmöntarpeen mitoittaminen (luku 8)
 - 3.2. Vesijohtojen reitittäminen ja mitoittaminen (luku 9)
4. Työmaa- ja muutossuunnittelu: Vesijohtoverkoston reittimuutoksiin ja mitoittamiseen työmaaehdojen mukaan
5. Luovutussuunnittelu: Vesijohtoverkoston loppupiiirustukset ja huoltokirja-asiat.

Tässä työssä tulen selostamaan kolmen ensimmäisen työsuunnitteluvaiheen pääperiaatteet. Ensimmäisessä hankesuunnitteluvaiheessa vesijohtoverkoston suunnittelu kannattaa aloittaa yleisesti tutkimalla rakennuksen muotoa, kokoa ja sen sisältöä, käyttöä sekä sijaintia ja ympäristöä. Näiden tutkimuksien tulokset on hyvä kirjata muistiin hankesuunnittelumuistioon ja luonnostella vesijohtoverkoston reitti alustavasti pääpiirteittäin, mutta putkikokojen mitoitus kannattaa jättää vielä tekemättä.

Tämän jälkeen aloitetaan luonnossuunnitteluvaihe ja LVI-selostuksen vesijohtoverkosto-osuuden kirjoittaminen. LVI-selostus on tärkein LVI-asiakirja, jossa kerrotaan kohteen ja projektin yleistiedot sekä LVI-laitteiden putkimateriaalit, toiminnot, varusteet, kalusteet, asennustavat ja eristystavat pääpiirteittäin. Toisessa luonnossuunnitteluvaiheessa aloitetaan vesikalusteiden mallintaminen ja sijoittelu, jossa määritellään vesijohtokalusteiden tyypit ja merkitään ne piirustuksiin arkkitehdin määrittelemille paikoille. Tässä osuudessa selvitetään, miten paljon eri vesijohtokalusteet kuluttavat vettä eli mitkä ovat niiden vesivirtaamat ja painehäviöt. Samalla voidaan sijoitella ja merkitä nämä vesijohtokalusteet arkkitehdin määrittelemille paikoille. Kolmannessa luonnossuunnitteluvaiheessa lasketaan rakennuksen vesijohtokalusteiden kylmän ja lämpimän veden virtaamat yhteen ja mitoitetaan tonttivesijohdon arvioitu vesivirtaama ja putkikoko sekä painehäviö. Lisäksi arvioidaan painevesisäiliön ja paineenkorotusaseman tarpeellisuus kussakin eri rakennuksessa.

Tonttivesijohdon mitoituksen jälkeen aloitetaan urakkasuunnittelu, jossa mitoitetaan lämmöntuotantolaitteiston tekniset arvot. Lämmöntuotantolaitteisto lämmittää kylmän talousveden lämpimäksi ja laskee sen veden vesijohtoverkostoon ja siitä eteenpäin vesijohtokalusteille. Näiden suunnitteluvaiheiden jälkeen urakkasuunnittelussa aloitetaan kuudes suunnitteluvaihe eli varsinaisen vesijohtoverkoston mitoittaminen. Talousvesijohtoverkoston mitoitusosuudessa mitoitetaan vesijohtoverkoston eri putkijohtosuuksien lopulliset putkikoot, virtaamat ja painehäviöt. Samalla jaetaan verkosto eri linjasäätöosuuksiin ja merkitään sulk- ja linjasäätöventtiilien paikat piirustuksiin ja määritetään linjasäätöventtiilien tekniset säätöarvot.

Jokaisen suunnittelutyön työmaavaiheessa tulee vastaan suunnittelumuutoksia verrattuna alkuperäisiin suunnitelmiin, ja niihin on varauduttava jo mitoitusvaiheessa. Tämän takia mitoitus täytyy tehdä väljäksi ja muunneltavaksi ennen työmaan viimeisiä vaiheita. Lopullinen vesijohtoverkoston toiminnan arvioiminen ja mitoittaminen kannattaa tehdä, kun urakoitsijat ovat kertoneet viimeisimmät työmaamuutokset loppupiiirustuksia varten ennen huoltokirjan työstämistä. Rakennuksen huoltokirja kertoo taas, miten vesijohtoverkoston kuntoa pitää ylläpitää ja mikä on sen yleinen elinkaari.

4 Talusvesijohtoverkoston suunnittelun valmistelu

Tässä vesijohtoverkoston suunnittelun valmisteluvaiheessa tutkitaan seuraavia asioita:

- rakennuksen ympäristö ja sijainti
- rakennuksen malli
- rakennuksen koko, sisältö ja vedenkulutus
- rakennuksen lämpimän veden kulutus ja vedenlämmitystavat
- rakennuksen asiakkaiden vedenkäyttötavat
- rakennuksen kunto ja peruskorjauksen tarve.

4.1 Rakennuksen sijainti ja ympäristö

Aikaisemmassa luvussa todettiin, miten suuri vaikutus osalla yllä olevista asioista on korroosion kannalta niin, että otetaan huomioon rakennuksen ympäristöasiat ja sen sijainti veden laadun kannalta. Talusvetenä voidaan yleisesti käyttää pohjavettä eli niin sanottua kaivovettä. Yleisesti ottaen kaivovettä käytetään vain kesämökeillä ja haja-asutusalueella, jonne ei ole rakennettu kunnan vesijohtoverkostoa. Kaivoveden laatu vaihtelee paikkakunnittain suuresti ja sen vuoksi asukkaat voivat lähettää testiotokset ympäristöviranomaisille vedenlaadun ja juomakelpoisuuden tutkimista varten. Yleisesti ottaen pohjavettä ei saisi missään tapauksessa käyttää radonin esiintymisalueilla ja sen esiintymisalu tiedot saadaan myös ympäristöviranomaisilta.

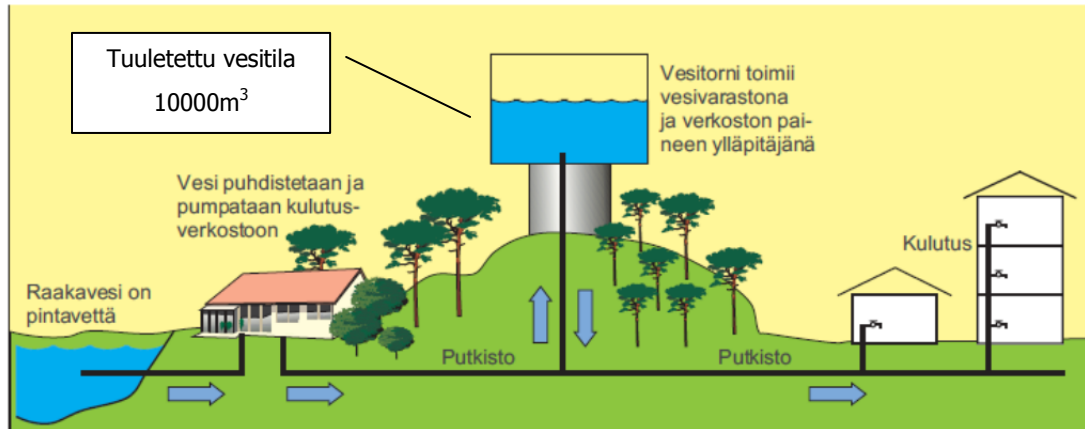
Kuntien vesijohtoverkoston vedet otetaan pinta- ja pohjavesistöistä. Nämä vedet ime-tään vedenottamoilla ja käsitellään vedenpuhdistuslaitoksilla ennen niiden pääsyä vesi-johtoverkoston. Suomessa vesilaitoksia on melkein joka kunnassa, ja nämä vesilaitok-set ovat yhdessä terveysviranomaisten kanssa laatineet omat määräykset veden laa-dulle. Vesilaitokset erottavat raakavedestä ylimääräiset humus- ja myrkylliset hiukkas-pitoisuudet, esim. mangaanin hiukkaset, ja käsittelevät veden sopivan pehmeäksi ja pH:n arvon yli 8:n eli hiukan emäksisen puolelle. (6, s. 20–30.)

Vedenkäsittelyn jälkeen vesi on valmista talousvettä, joka lähtee kunnan vesijohtoverkostoa pitkin rakennuksiin asiakkaiden käyttöön. Kunnan vesijohtoverkoston (kuva 10) on liitetty vesitorneja, jotka laskevat vedenpainetta kohti rakennuksien vesijohtoverkkoa ja toimivat myös samalla palonsammutusvesivarastona. Mitä lähempänä rakennus on vesitornia, sitä enemmän on käytettävissä olevaa painetta rakennuksen vesijohtoverkostossa. Tämä paine määräytyy siis rakennuksen sijainnin ja vesitornin sijainnin ja sen nostokorkeuden mukaan. Käytettävissä olevan paineen tiedot on saatavilla jokaiselta kunnan vesilaitokselta, ja ne tiedot määräävät pääasiassa, milloin vesijohtoverkoston on liitettävä paineenalennusventtiili tai paineenkorotusjärjestelmä. Rakennuksien vesimittarin korkeuden ja vesijohtoverkoston painehäviöt lasketaan merenpinnan, maanpinnan, vesimittarin tasokorkeuden ja ylimmän kerroksen vesipisteen korkeuserojen mukaan. Merenpinnan korkeustietoja voi kysellä merenkululaitokselta ja maanpinnan korkeustietoja jokaisen kunnan kaavoitus- ja maankäyttöviranomaisilta sekä -suunnittelijoilta. (6, s. 20–30.)

Yleensä taloon tulevan kylmävesijohtoon eli tonttivesijohtoon on liitettävä ensin päävesimittari, ja sen jälkeen paineenkorotusasema tai paineenalennusventtiili riippuen siitä, mihin se on rakennettu. Jos talo on rakennettu korkean kukkulan päälle, joudutaan tonttivesijohtoon usein asentamaan paineenkorotusasema. Tarkemmin sanottuna, kun rakennuksen vesijohtoverkoston vedenpainehäviö tulee olemaan yli 300 kPa, on rakennukseen hyvä asentaa paineen alennusventtiili veden säästämisen takia. Jos vesijohtoverkoston vedenpainehäviö tulee olemaan yli 500 kPa, on tonttivesijohtoon aina asennettava paineenalennusventtiili. (6, s. 20–30.)

Kaupungin vesijohtoverkoston veden painehäviöt korkeusasemallaan määräävät myös omalta osalta tonttivesijohtoon tulevan vedenpaineen määrän. Tätä painemäärettä voidaan kutsua niin sanotulla vesipatsasmääreellä, jonka yksikkö on metriä vesipatsasta kohden, jolloin äskeiset mainitut paineenalennusrajat ovat 30 m ja 50 m vesipatsasta kohden. Kaupungin vesijohtoverkoston liitetyt vesitornit tasapainottavat myös omalta osaltaan verkoston veden painehäviöitä, jolloin vesi pääsee kulkemaan kaikkiin eri rakennuksiin sopivalla veden paineella sen korkeusasemaan verrattuna. Kun kaupungin vesijohtoverkoston veden painehäviö on pieni sen korkeusasemassaan, verrattuna rakennuksen vedenpainehäviö tarpeeseen sekä sen korkeusasema suuri, on rakennuksen tonttivesijohtoon rakennettava paineenkorotusasema, jotta vesi kulkee hyvin vesijohto-

verkostossa. (Kuva 10.) Vesijohtoverkoston painehäviö ei saa nousta kuitenkaan missään verkoston vaiheessa yli 70 m vesipatsasta kohden paineenkorotuksesta huolimatta. (6, s. 20–30.) Veden painehäviömääräykset ja mitoitus esimerkit selostetaan vielä tarkemmin luvuissa 7 Tonttivesijohdon ja painevesisäiliön mitoittaminen ja 9 Talousvesijohdon reitittäminen ja mitoitus.



Kuva 10. Veden kulku kunnallisverkostossa (6, s. 22)

4.2 Rakennuksen malli

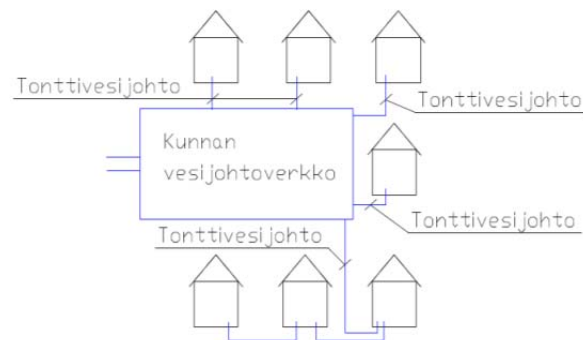
Korkeaan eli yli 10-kerroksiseen rakennukseen on myös liitettävä paineenkorotusjärjestelmä ja jaettava rakennus eri kerrosryhmiin korkeuden mukaan ja laitettava lämmönsiirrin jokaista 10. kerros ryhmää kohden. Pitkät runkojohto-osuudet vaakasuunnassa (esim. yli 60-metriset) lisäävät taas kylmävesijohdon painetta pumpussa ja sen vesi saattaa lämmitä turhaan matkalla, vaikka kylmävesijohto olisi hyvin eristetty tai käytettäisiin komposiittiputkia. Näin ollen kylmän veden saantia saa odottaa turhan kauan etäisimmästä vesikalusteen päästä, ja tämä lisää turhaa veden kulutusta. Näin ollen lämmönjakohuoneen tulisi aina sijaita alimman kerroksen keskeisellä paikalla, jos on mahdollista. Jos rakennus on suuri, monikerroksinen tai pitkänmallinen voi sen muoto jopa vaatia kahta tai useampaa lämmönjakohuonetta ja lämmönsiirrintä tai lämminvesivaraajaa.

Kylmävesijohto voi myös kulkea maassa talosta toiseen ja lämmönjakohuoneesta toiseen lämmönjakohuoneeseen, jolloin kylmävesijohdon vesi voi jäähtyä vähän routaeristisen putken sisällä. Kylmävesijohdon vesi ei saa kuitenkaan laskea alle 5 °C:n alapuo-

lelle, eli sitä ei saa laittaa maahan eristämättömänä. Vesijohtoja ei saa myöskään jäähdyttää kuumassa tilassa, jolloin vesijohtorunko ei saa kulkea kuuman tilan läpi.

4.3 Rakennuksen koko, sisältö ja kokonaisvedenkulutus

Vedenkulutus on suurinta kaupungeissa, taajamissa ja teollisuusalueilla. Kuntien vesijohtoverkot pyritään rakentamaan rengasmaisesti niin, että suurimmankin vedenkulutuksen aikana saadaan riittävästi vettä jokaiselle asiakkaalle ja sen verkon korjaustöistä ei aiheudu haittaa asiakkaille (kuva 11) (6).



Kuva 11. Kunnan vesijohtoverkoston malliperiaate

Rakennuksen koko ja sen asukkaiden lukumäärä vaikuttaa oleellisesti sen vedenkulutukseen ja yleiseen käyttöön. Tavallisessa asuinkerrostalossa asukkaiden määrä on yleensä yli 30 henkilöä, rivitalossa alle 30 henkilöä ja omakotitalossa alle 10 henkilöä. Mitä enemmän rakennuksessa on asukkaita, sitä suurempi on rakennuksen vedenkulutus. Asuinkerrostalossa on yleensä enemmän asuntoja kuin rivitaloissa, jolloin kerrostaloissa on suurin vedenkulutus asuinrakennuksista. Asuinkerrostaloissa voi olla myös liikehuoneistoja ja pieniä toimistoja.

Pienemmissä asunnoissa on yleensä vain yksi pieni kylpyhuone ja isommissa asunnoissa yksi iso kylpyhuone saunalla ja WC-tilat erikseen. Isommissa asunnoissa on näin suurempi vedenkulutus kuin pienemmissä asunnoissa, tosin isommissa asunnoissa on myös enemmän asukkaita, joten vedenkulutus voi olla yhtä asukasta kohden pienempikin isommassa asunnossa. Asuinkerrostaloissa, joissa on paljon pieniä asuntoja, on yleensä tilavat yhteiset sauna-pesuhuonetilat sekä talopesula.

4.4 Rakennuksen lämpimän veden kulutus ja vedenlämmitystavat

Kylmävesijohdosta lähtee vesijohtoliitos vesimittarin ja sulkuventtiilien jälkeen lämmön-tuotantolaitteistoon, jossa talousvesi lämmitetään kaukolämmöllä, öljyllä, sähköllä tai muulla lämpöenergiaa tuottavalla lähteellä. Yleisesti ottaen Suomen veden ominais-käyttökulutus on 150–250 l/vrk asukasta kohden ja lämpimän veden kulutus on n. 40 % sen veden kulutuksesta. Näin ollen omakotitalon lämminvesivaraajan yleisin koko on n. 300 litraa, ja isommissa rakennuksissa on yleensä lämmönsiirtimet, jotka ovat tehokkaampia lämmittämään kylmää vettä. Asuinkerrostalojen lämpimän veden-kulutus on hyvin ennakoitavissa vuorokauden aikoihin nähden, joten tällaiseen veden-kulutustapaan sopii parhaiten kaukolämmityksellä toimivat lämmönsiirtimet. Omakotita-lojen lämpimän veden kulutuksessa voidaan taas helpommin hyödyntää muita läm-mönenergialähteitä vedenlämmitykseen, kuten puu-, öljy- tai sähköenergiaa.

Urheilu- ja uimahalleissa sekä kylpylöissä on enemmän pesuhuoneita kuin muissa ra-kennuksissa, joten ne ovat suurimpia vedenkuluttajarakennuksia. Näiden rakennuksien asiakasmäärät ovat myös suuria, mutta lämpimän veden kulutus suhteellisen tasaista. Tällöin uimahalleissa ja kylpylöissä on hyvä käyttää lämmönsiirtimiä, jotka toimivat kauko-, maakaasulämpö- tai maalämpöpumpun avulla. Ulkoilualueiden urheilutiloissa käytetään usein myös isoja lämminvesivaraajia, koska vesijohtojen välimatkat ovat pit-kiä ja ne ovat käytännöllisempiä kohteissa, joissa lämpimän vedenkulutus on epätasai-sempaa.

Teollisuusrakennukset ja autopesulat ovat myös suuria vedenkuluttajia. Teollisuus-alueen rakennuksissa käytetään usein lämminvesivaraajia, koska vesijohtojen väli-matkat ovat pitkiä ja vedenkulutus on epätasaista eri rakennuksissa. Joissain teollisuus-rakennuksissa saatetaan myös käyttää hyväksi rakennuksen oman energiantuotossa syntyvää hukkaenergiaa veden lämmitykseen. Tällöin rakennus ei joudu maksamaan ylimääräisiä energiakuluja ja sen tuottavuus tulee kannattavammaksi. Tällä mahdolli-sella hukkaenergialla toimivat lämmönsiirtimet on valittava harkiten eri selvittelyjen jälkeen sen hukkaenergian perusteella, mitä on eniten käytettävissä. Esim. sähkö-voimaloissa voidaan lämmittää talousvesi sähkötuotannon hukkaenergialla sähköisillä lämmönvaraajilla. Autopesuloissa voidaan taas käyttää öljylämmitystä epätasaisen ve-denkulutuksen ja hyvän ylimääräisen öljynsaannin takia.

Näiden rakennuksien lisäksi suuria vedenkuluttajarakennuksia ovat sairaalat, vanhusten palvelutalot, hammashoitolat, laboratoriot ja muut isot tutkimustilat. Näissä rakennuksissa veden puhtaudella on suuri merkitys ja niiden vedenkulutus on tasaista, joten vedenlämmitykseen soveltuvat parhaiten kaukolämpö- tai maakaasuenergialla toimivat lämmönsiirtimet varustettuna tarpeellisin vedensuodattimin. Näiden rakennuksien jälkeen suurimpia vedenkuluttajarakennuksia ovat koulut, päiväkodit, asuinkerrostalot ja ravintoloiden suurkeittiöt. Näiden rakennuksien vedenkulutus on myös aika tasaista ja tällöin vedenlämmitykseen sopii parhaiten kaukolämpöenergialla toimivat lämmönsiirtimet. Talousveden lämmitysvaihtoehtojen mitoitusasiat kerrotaan luvussa 8 Lämmönsiirtimen ja lämminvesivaraajan mitoitus.

4.5 Rakennuksen asiakkaiden vedenkäyttötavat

Uimahalleissa, julkisissa saunatiloissa ja uimarantojen ulkorakennuksissa suurimmat vedenkulutuksen vesijohtokalusteet ovat WC-istuimet, suihkut, erilaiset veden huuhtelu- ja -käsittelylaitteet. Teollisuudessa suurimmat vedenkulutuskalusteet ovat taas hätäsuihkut ja vesiletkuilla varustetut sekoitusventtiilit, joita käytetään mm. myrkyllisten aineiden poistoon. Sairaaloissa, terveyskeskuksissa ja vanhusten palvelutaloissa suurimmat vedenkuluttajat ovat apuvälineiden pesulaitteet, WC-istuimet ja suihkut. Ravintoloiden, koulujen kahviloiden ja muiden toimistojen suurtalouskeittiöissä on myös suuri vedenkulutus, ja näistä suurimmat vedenkuluttajat ovat patasekoittajat, astianpesuyksiköt ja lattioiden pesuun tarkoitetut sekoittajat. (37)

Kouluissa ja päiväkodeissa suurimmat vedenkuluttajat ovat sosiaalitilojen WC-tilat sekä pesuhuoneiden lattia-allassuihkut ja liikuntasalien yhteydessä olevat pukuhuoneiden/pesutilojen suihkut. Kuvaamataide- ja puutyöluokissa on myös enemmän tasoaltaita kuin muissa luokissa, joten ne ovat luokista suurimmat vedenkuluttajat. Koulujen puutyöluokissa on nykyään myös hätäsuihku koulujen terveysviranomaisten määräyksien mukaan, mutta sitä ei käytetä muuta kuin hätätapauksissa (45). Joidenkin koulujen yhteydessä on myös pieni hammashoitola, jonka vedenkulutus on myös suurempi verrattuna muiden tavallisten luokkien vedenkulutukseen. Asuin- ja toimistorakennuksissa suurimmat vedenkuluttajat ovat WC-istuin, ammesekoitin, suihku, pyykin- ja astianpesukone. Vesijohtokalusteiden käyttökohteista ja määräyksistä kerrotaan lisää luvussa 6 Vesijohtokalusteiden mallintaminen ja sijoittelu.

4.6 Talousvesijohtojen sijoittelu yleensä

Lämmönjakohuoneesta lähtien vesijohtojen runkojohdot on hyvä sijoittaa alimman kerroksen kattoon tai alakattoon porraskäytäviin tai muihin varastojen käytävätiloihin ja jakaa sieltä eri asuntojen nousulinjan hormoneihin. Vesijohtoja ei saa koskaan sijoittaa sähkötilojen läheisyyteen tai niiden kaapeleiden yläpuolelle alakatossa tai katossa tai nousuhormeissa.

Nousujohdot kulkevat lähes poikkeuksetta nousuhormeissa tai seinällä koteloinneissa. Jakojohdot kulkevat lähes aina kerroksien alakatossa tai seinien koteloinneissa. Jakojohdot voivat kulkea myös rakenteissa muovipäällysteisen kupari- tai komposiittiputkella vähän matkaa ilman haaroituksia, mutta kytkentäjohtojen haaroitukset on aina tehtävä alakatossa, koteloissa tai seinällä näkyvin putkin. Jakojohdot voidaan asentaa myös näkyviin seinälle, mutta nämä johdot eivät ole esteettisesti siistin näköisiä ja niihin kertyy usein turhaa likaa ja pölyä (kuva 12).



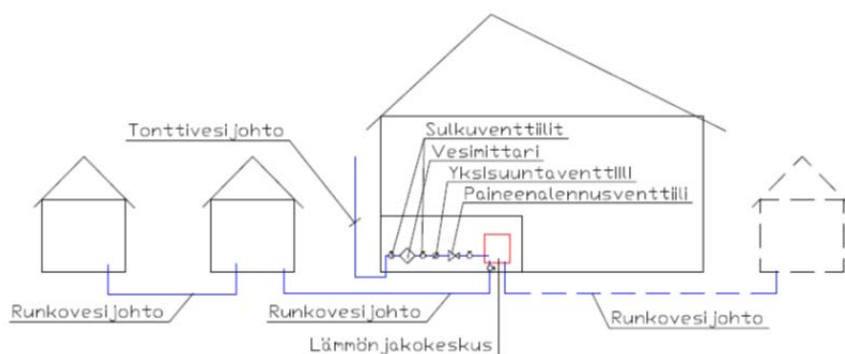
Kuva 12. Putket on asennettu seinälle näkyviin pesualtaan alla.

Näkyvillä olevat vesijohtojen kytkentäjohdot kannattaa aina sijoittaa esteettisiin paikkoihin oven taakse tai toissijaiseen nurkkaan, josta putket eivät tule heti ensimmäisenä oven avatessa esiin. Kytkenäjohtoja ei myöskään ole hyvä sijoittaa WC-istuimen tai kaapin taakse, jonne voi kertyä turhaan ylimääräistä likaa ja hankaloittaa putkivuotojen huomaamista.

Rakenteissa tai lattiassa olevien PEX-muovisuojaputkien kytkentäjohtojen jakotukit on sijoitettava aina alakattoon, avattavaan seinäkoteloon tai näkyville jäävään jakotukki-kaappiin, josta sitten muoviset putket voivat kulkea jokaiselle vesikalusteelle erikseen (31). Kytkentäjohtojen tehdään seinä- tai lattiarakenteisiin päältä avatut urat, joiden päälle tulee vielä lattia- tai seinäpinnoite. Näiden johtojen hanakulmarasiat kiinnitetään rakenteissa oleviin johtojen päihin ja tämän jälkeen itse vesikalusteeseen.

4.7 Tonttivesijohdon ja kylmän talousvesijohdon sijoittaminen

Jokaisen tontin määrittämän alueen rakennuksille tai rakennukselle tulee vähintään yksi kylmä tonttivesijohto kaupungin tai kunnan vesijohtoverkostosta. Tähän tonttivesijohdoton liitetään alussa vesimittari ja sulkuventtiilit. Vesimittarista voidaan lukea vedenkulutuksen määrä rakennuksessa ja sulkuventtiilien avulla voidaan katkaista vedentulo rakennuksen vesijohtoverkostoon saneerauksen aikana. Lisäksi sairaaloiden ja teollisuusrakennuksien sprinklerijärjestelmiä voidaan liittää tonttivesijohdoton ennen rakennuksen päävesimittaria. Tämän jälkeen tonttivesijohdoton voidaan liittää paineenalennusventtiili tai paineenkorotusasema, yksisuunta- ja sulkuventtiilien kanssa, koska nämä venttiilit vähentävät ja säätelevät painehäviöiden määrää ja vedenkulutusta säätelemällä rakennuksen painetasoa. Paineen alennuksen tai -korotusaseman jälkeen kylmävesijohdosta voi lähteä runkovesijohdon haarat vesikalusteille ja lämmönjakokeskukselle. (Kuva 13.)

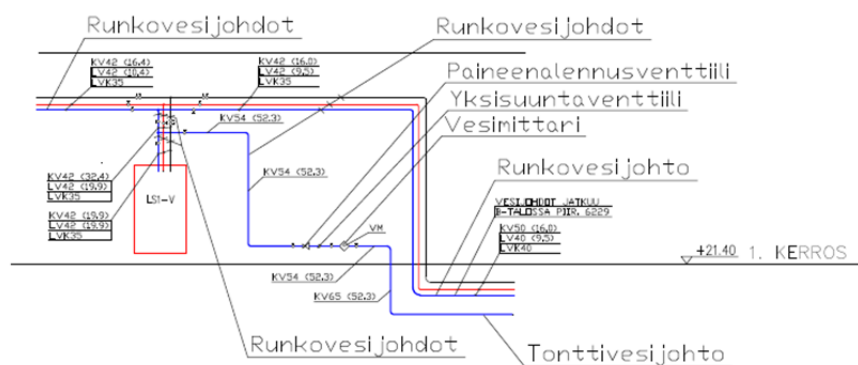


Kuva 13. Rakennuksien yhteiset vesijohtoliitännät

Asuinrakennukset ja kiinteistöt voivat olla myös yhteydessä toisiinsa, niin että vesijohdot kulkevat maan alla tai rakennuksien välisen autohallin tai yhteisen kellarin kautta toiseen kiinteistöön tai rakennukseen. Tämä asia on huomioitava lämmönsiirtimen suunnittelussa ja vesijohtojen liittymisasioissa. Esimerkiksi kiinteistön lämmönjakokeskuksesta tai vesimittarihuoneesta lähtevät vesijohdot toiseen rakennukseen tai kiinteistöön tai varaudutaan siihen, että alueelle rakennetaan myöhemmin uusia rakennuksia, joiden vesijohdot tulevat liittymään tähän lämmönjakokeskukseen ja tonttivesijohtoon. Toisin sanoen tulevan kiinteistön lämmönjakokeskus ja tonttivesijohto voi sijaita toisessa rakennuksessa tai kiinteistössä ja vesijohdot asennetaan kulkemaan maan kautta tulevaan kiinteistöön. Näin ollen rakennuksien ja asuntojen sisällön ja kokojen tutkiminen on hyvin tärkeää.

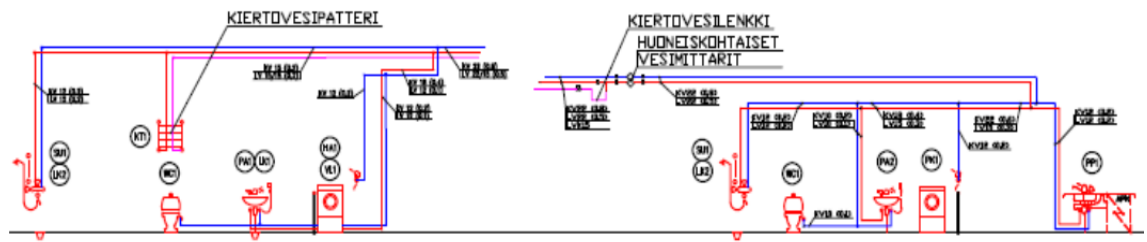
4.8 Lämpimän talousvesijohdon sijoittaminen

Lämmin talousvesi tuotetaan lämmitysjärjestelmien lämmönsiirtimillä tai lämmitetään sähkövastuksilla lämminvesivaraajan avulla. Lämmönsiirtimeen (LS1) tai lämminvesivaraajaan (LVV1) tulee aina yksi kylmä vesijohdon haara tonttivesijohdon paineen alennuksen tai paineenkorotusaseman jälkeen sulkuventtiilein. (Kuva 14.)



Kuva 14. Tonttivesijohdon liitynnät ja sen laitteistot

Lämmönsiirtimen jälkeen lämminvesijohto lähtee runkojohtona eteenpäin vesikalusteille. Lämpimän veden lyhenne on LV ja siihen liitetyn paluuviesijohdon eli lämpimän veden kiertojohtoon lyhenne on LVK. Lämpimän veden kiertojohto liitetään aina lämpimään vesijohtoon joko kiertovesipisteen lenkillä tai kiertovesipatterilla, jos lämminvesijohdon pituus lähimpään vesikalusteeseen tulee olemaan enemmän kuin viisi metriä. Kiertovesilenkki tai kiertovesipatteri on liitettävä lämpimään vesijohtoon ennen huoneistokohtaista vesimittaria. (Kuva 15.)



Kuva 15. Lämminvesijohtojen reitittäminen: vasemmalla kuvassa on lämminvesijohdot kierto-vesipatterin kanssa ja oikealla kuvassa kierto-vesipisteen lenkin kanssa.

Lämpimän veden kiertojohto mahdollistaa tasaisen lämpimän veden saamisen asiakkaille, ja tällöin hanasta saatavan lämpimän vedentulo alle 10 sekunnissa täyttyy määräkseen (6) mukaisesti. Lämpimän veden kiertojohtoon liitetään kierto-vesipatteri tai liitos lämpimään vesijohtoon, kun lämminvesijohdon putkipituus ylittää 7 m. Lämpimän veden kiertojohtoon on hyvä liittää kierto-vesipumppuryhmä sulkuventtiilein tehostamaan vedenkulkua, ennen lämmönsiirintä tai lämminvesivaraajaa. Lämpimän kierto-veden mitoitusasioista kerrotaan luvuissa: 8 Lämmönsiirtimen ja lämminvesivaraajan mitoitus ja 9 Talousvesijohtojen reitittäminen ja mitoitus.

4.9 Rakennuksen yleinen kunto ja peruskorjauksen tarpeellisuus

Rakennuksen kunto ja sen rakenteiden materiaali sekä laatu vaikuttavat myös oleellisesti vesijohtojen ja niiden kotelointien ja eristysten sijoitteluun sekä asentamiseen (9, s. 97). Vesijohtojen uusiminen ja niiden asentaminen on kiellettyä viranomaisohjeiden mukaan silloin, kun rakennuksen rakenteiden kunto on niin huono, ettei vesijohtojen kannatus onnistu seinillä, katossa, lattiassa tai koteloinneissa ilman korroosion syntymistä, eikä niitä rakenteita pysty peruskorjaamaan. Näin huonokuntoinen rakennus joudutaan purkamaan heti haitallisen homeen tai korroosion ilmestymisen jälkeen.

Tämän takia peruskorjauskohteissa on aina tehtävä ensin rakenteiden kuntokartoitus, jossa määritellään rakenteiden kunto ja peruskorjauksen tarpeellisuus. Jos huonokuntoisten rakenteiden peruskorjaus on mahdollista, se on aina tehtävä, jotta mahdolliset LVI-asennukset voidaan tehdä. Jos rakenteiden peruskorjaus ei onnistu jostain kohtaa tai tämä kohta halutaan säilyttää sellaisenaan arvokkaan merkityksen takia, tämä kohta on kierrettävä kaikilla LVI-asennuksilla, jotta kohta ei joudu liialliseen rasitukseen LVI-asennuksien kannatuksien takia. Osittainen uudelleen rakentaminen ja laajentaminen ovat myös mahdollisia vaihtoehtoja, jolloin LVI-asennuksien kannatuksien asentaminen on helpompaa uusiin rakenteisiin. (9, s. 97.)

Rakenteiden kunnon ja peruskorjaustarpeiden selvittelyn jälkeen on kartoitettava vesijohtojen ja muiden LVI-asennuksien ja tuotteiden kunto. Tässä vaiheessa on myös tehtävä asbestikartoitus, jotta tiedetään, mitkä vesijohdot ja LVI-asennukset on purettava ja asennettava uudelleen. Asbesti on kuitumaista silikaattimineraalia, ja yleisimpiä asbestilatuja ovat krysotiili, amosiitti, antofylliitti ja krokidoliitti eli sininen asbesti. Asbestia alettiin käyttää rakennusmateriaaleissa 1920-luvulla, ja sen käyttö oli laajinta 1960–70-luvun vaihteessa. (15)

Asbestilla on hyvät lämmön-, sähkön- ja äänen eristyskyvyt sekä se on palamatonta kuitumassaa, minkä takia sitä käytettiin usein seuraavissa rakennusmateriaaleissa:

- ruiskueristeenä kattorakenteissa ja ilmanvaihtokanavien ympärillä
- lämmöneristemassana putkien, kattiloiden ja varaajien ympärillä
- lattiamateriaalin eristeenä vinyylasbestilatuissa, joustovinyylimatoissa ja magnesiamassalattioissa
- bitumituotteena saumaliimoissa, huopakatteissa, vedeneristysaineessa ja bitumimaleissa
- tasoitteena julkisivumaleissa, laattojen kiinnityslaasteissa ja asbestipahvissa.
- asbestisementtituotteina seinä- ja kattolevyissä, vesi- ja viemäriputkien sekä ilmanvaihtokanavien eristeenä (kuva 16) (15).



Kuva 16. Asbestieristeiset putket seinällä (15)

Asbesti on myös erityisen pölisevää massaa lämmöneristeinä ja ruiskutettuna. Tämän massan liiallinen hiukkasmäärä on vaarallista hengitykselle sekä iholle, joten ne on aina purettava viranomais määräysten ohjeiden (14) mukaisesti. Vaarallisuutensa takia asbestin käyttö lopetettiin suomalaisissa rakennusmateriaaleissa 1980-luvun jälkeen (15).

Talousvesijohtojen kuntokartoituksesta selviää vesijohtoputkien kunto sekä niiden peruskorjaustarpeet. Muiden LVI-kuntotutkimuksien avulla voi selvittää muita hyödyllisiä asioita; esim. hormitutkimuksen avulla selviää, missä IV-kanavat sijaitsevat ja miten vesijohtojen sijoittelu ja reititys kannattaa suunnitella. Koko rakennuksen talousvesijohtojen uusiminen voi olla pelkästään hankalaa, koska usein niiden asentaminen vaatii joidenkin rakenteiden uusimista (9).

Joissain tapauksissa muut LVI-asennukset voivat olla myös vesijohtojen asennuksien tiellä niin, ettei niiden asennus onnistu ilman tiellä olevien asennuksien purkua ja uudelleen asentamista. Tämän takia talousvesijohdot kannattaa uusida aina peruskorjauksen eli muiden LVI-asennuksien ja rakenteiden uusimisen yhteydessä. Jos kuntokartoituksen mukaan jotkut vesijohto-osuudet ovat aivan käyttökelpoisia vielä 20 vuotta eteenpäinkin, ei niitä johto-osuuksia kannata uusida vaan uusida vain tarpeelliset johto-osuudet (taulukko 1) (21).

Taulukko 1. Rakennettujen talousvesijohtoverkostojen putkien vuotokohtien esiintymiskannat

Putkiaine	Uusi putki	Vanha putki
muovi	0,01	0,25
vedetty teräs	0,05	1,0
hitsattu teräs	0,10	1,0
vedetty haponkestävä teräs	0,05	0,25
hitsattu haponkestävä teräs	0,1	0,25
asfaltoitu valurauta	0,12	
sinkitty teräs	0,12	
asbestisementti	0,025	0,25
valurauta	0,25	1,0
asfaltoitu valurauta	0,12	
betoni	0,3.....2,0	

Putkien vuotokohtien esiintymiskannat on esitetty prosentteina, jotka perustuvat Tampereen vesilaitoksen LVI-asentajien arvioihin putkien kunnosta (21, s. 71).

Vesijohtojen pinnoittaminenkin voi olla yksi mahdollinen ratkaisu, mutta niiden pinnoitteiden asentaminen on koettu usein hankalaksi huonojen asennusohjeiden ja pienten putkikokojen takia. Lisäksi vesijohtojen pinnoitusmateriaali jää usein vähän ”elämään” eli kulkeutuu vesivirran mukana hanasta ulos tai jää vesijohtojen risteys- ja käännöskohtiin tukkeeksi, jolloin pinnoitteet tulevat ajan kanssa estämään veden tarpeellista kulkua ja edistävät veden painehäviön ja virtausnopeuden kasvua. Siten tämä peruskorjausratkaisu ei ole suositeltava verkoston toimivuuden kannalta. Tämän takia en suosittelisi tätä ratkaisua mihinkään peruskorjausrakennukseen.

5 LVI-selostuksen työstäminen

Rakennuksien erityispiirteiden huomioon ottamisen jälkeen voidaan aloittaa LVI-selostuksen työstäminen, joka on tärkein LVI-asiakirja vesijohtoverkoston rakentamisen kannalta. Jokaisen LVI-selostuksen on aina vastattava tilaajan uudiskohteen tai peruskorjauskohteen tarpeita, ja erilaisten tarpeiden takia selostukset ovat omanlaisia. LVI-selostuksessa kerrotaan pääasiassa vesijohtoverkoston kannalta, miten vesijohtoverkosto tullaan rakentamaan ja miten se tulee toimimaan itse rakennuksessa, tai mikä on talousvesijohtoverkoston saneerauksen tarve. LVI-selostus voidaan koota monella eri tavalla, yleisesti noudatetaan Talotekniikka RYL 2002:n (3) tai Talotekniikka RYL 2009:n (4) ohjeita ja sen otsikoiden mukaista järjestystä, ellei projektin tilaajalla ole mitään muita LVI-selostuksen koontiohjeita.

LVI-selostuksessa selostetaan alussa yleisiä rakennukseen ja sen rakentamiseen liittyviä asioita kuten

- kohteen rakentamis- tai saneeraustavoitteet
- saneeraus- tai rakennuskohteen nimi ja osoitetiedot
- kohteen käyttö, liiketoiminta ja hyödyntäminen
- kohteen talojen, kerroksien ja asuntojen lukumäärä
- rakennuksien tilavuus, bruttoala, kerrosala, huoneistoala ja tontin ala
- tilaajan, rakennuttajan tai rakennuttajakonsultin sekä käyttäjien ja muiden suunnittelijoiden ja valvojien yhteystiedot (nimi, osoite, puhelinnumero ja sähköpostiosoite)
- tonttialueen piharakennuksien, autopaikkojen ja muiden ympäristöasioiden erityisvaatimukset
- rakennuksen julkisivujen, kantavien seinien, kattorakenteiden ja alimman kerroksen lattiataason rakennusmateriaalit sekä erityisvaatimukset.

Tämän jälkeen LVI-selostuksessa kerrotaan LVI-hankintoihin, -sopimusasiakirjoihin ja -töihin liittyvät vaatimustarpeet ja niiden käyttö- ja lukuohjeet. Näissä vaatimuksissa on mainittava, että työsuorituksiin kuuluu aina laitteiden, putkien tai muiden varustuksien hankinnat sekä asennus. Työtehtävien jaottelun osalta on hyvä kertoa, että LVI-hankintoja ja -töitä kutsutaan nimellä urakkahankinnat ja urakatyöt sekä niiden hankintojen ja töiden toteuttajaa nimellä urakoitsija. Tämä määrittely koskee myös ura-

koitsijan alihankintoja ja aliurakoitsijoiden töitä. Tämän lisäksi kaikki urakoitsijat ovat vastuussa työsuorituksiensa laadusta ja kestävydestä sekä aikataulujärjestyksestä eli urakkaohjelman kulun noudattamisesta. Urakkaohjelma luodaan YSE 1998:n urakkasopimusehtojen ja sopimusmallien (5) mukaan. Lisäksi on mainittava urakkalaskenta-asiakirjojen ja hankintojen yleisvaatimukset, käyttö-, lähetys-, ja kopiointiohjeet sekä luovutusmateriaaliohjeet ja erityiset urakkaan liittyvät yhteystiedot ja laatuvaatimukset.

LVI-selostuksessa on myös hyvä mainita LVI-järjestelmien yhteiset laatuvaatimukset, joissa on hyvä kertoa seuraavien asioiden laatuvaatimukset:

1. Veden kulutustavoitteet
2. LVI-töiden ja -hankintojen laatuvaatimukset
3. LVI-tuotteiden sähkölaatuvaatimukset
4. LVI-tuotteiden käsittely, vaihtokelpoisuusohjeet ja ylläpitovarusteet
5. Asennustyöhön liittyvät ohjeet
6. Puhdistus, esteettisyys- ja äänitekniset vaikutukset
7. Laadunvarmistus, käyttöönottoon ja takuuajan ylläpitoon liittyvät asiat.

5.1 Veden kulutustavoitteet

Kulutustavoitteissa kerrotaan arvioidut lämmitysenergian, LVI-laitteiden sähkön kulutus ja vedenkulutusmäärät. Veden arvioitu kulutusmäärä ilmoitetaan yleensä ominaiskäyttökulutuksen mukaan eli 150–250 l/hlö/vrk. Muuten vedenkulutusmäärän ja sen lämmitysenergian tarpeen tarkka arviointi on näin alussa vaikeaa, joten arviointi pitää suorittaa karkeasti seuraavien ohjeiden mukaan.

- Ensimmäiseksi on tarkasteltava rakennuksien käyttökohdetta ja bruttoalaa, asiakkaiden lukumääriä sekä asuntojen lukumääriä kohden. Taulukkoon 2 olen eritellyt eri rakennuskohteiden arvioidut vedenomaiskäyttökulutusmäärät, jonka tulokset olen selvittänyt D5 SRMK:n ohjeiden (10, s. 27, taulukko 5.1) ja omien työkokemusten avulla.

Taulukko 2. Vedenkulutusmäärät

Käyttökohde	Lämpimän veden kulutuksen arviointi (8.1) $V_{lkv, omin}/365 = V$ (dm ³ /brm ²)	Arvioidaan kylmän veden kulutus $V*3 = V_{(kv)}$ (dm ³ / brm ²)	Summataan yhteen $V + V_{(kv)} = V_{mk}$ (dm ³ /vrk)	Kerrotaan asiakkaiden lukumäärällä tuntia kohden $V_{mk} * as. = V_{kul.}$ (l/hlö/vrk)	$V_{kul.}$ (l/hlö/vrk)
Uimahalli	1800/365=4,9	4,9*3=14,7	4,9+14,7=19,6	19,6*40=784	800 - 600
¹⁾ Teollisuus ja autopesuhallit	1800/1,5 ¹⁾ =1200 1200/365=3,3	3,3*3 = 9,9	3,3+8,25=13,2	13,2*40=528	530 - 400
Vanhustenhuolto	650/365=1,8	1,8*3=5,4	1,8+5,4=7,2	7,2*50=360	360 - 250
Terveyshuolto	520/365=1,4	1,4*3=4,2	1,4+4,2=5,6	5,6*50= 280	300 - 200
Asuinrakennus	600/365=1,6	1,6*3=4,8	1,6+4,8=6,4	6,4*30=192	300 - 200
¹⁾ Ravintola	600/1,1 ¹⁾ =545 545/365=1,5	1,5*3=4,5	1,5+4,5=6,0	6,0*40=180	300 - 100
Päiväkoti	460/365=1,3	1,3*3=3,9	1,3+3,9=5,2	5,2*35=182	250 - 150
Koulut / opetus	180/365=0,49	0,49*3=1,5	0,49+1,5=2,0	2,0*50=100	200 - 100
²⁾ Muut julkiset rakennukset	120/365=0,33	0,33*3=1,0	0,33+1,0=1,33	1,33*30*2 ³⁾ =80	150 - 70
Toimistot	100/365=0,27	0,27*3=0,68	0,27+0,81=1,1	1,1*30*2 ³⁾ =103,1	120 - 60

V_{lkv} on lämpimän käyttöveden ominaiskulutus (ks. 8 s. 27 taulukko 5.1)

V on lämpimän veden kulutus bruttoneliötä kohden

$V_{(kv)}$ on kylmän veden kulutus bruttoneliötä kohden

V_{mk} on rakennuksen kokonaisveden kulutus vuorokautta kohden

as. on asiakas

V_{kul} on arvioitu kokonaisveden kulutus suhteutettuna asiakkaiden määrään vuorokautta kohden

¹⁾D5 SRMK:n ohjeiden taulukossa 5.1 (8, s. 27) ei ollut teollisuusrakennuksien ja ravintolarakennuksien kulutusarvoja arvioituna, joten jouduin suhteuttamaan ne kulutusarvojärjestykseen ns. arvioidun vakion mukaan.

²⁾Muihin julkisiin rakennuksiin kuuluvat teatterit, kirjastot ja myymälät.

³⁾Muiden julkisten rakennuksien ja toimistojen vedenomaiskulutusmäärät olisivat jääneet mittaamattoman pieniksi verrattuna muiden rakennuksien vedenomaiskulutusmääriin, ellen olisi ottanut käyttöön ns. arvioitua suhdevakiota mukaan.

- Toiseksi on tiedettävä, millaisen vesijohtojärjestelmän kyseinen rakennus tarvitsee ja miten se saadaan luotua toiminnaltaan ekologiseksi ja käytännölliseksi. Esimerkiksi, jos rakennukseen asennetaan huoneisto-, käyttö- tai asiakaskohtainen vedenmittausautomaattikka, rakennuksen vesijohtojärjestelmä kuluttaa n. 10 % vähemmän vettä kuin rakennuksen perinteinen vesijohtojärjestelmä ilman vedenmittausautomaattikkaa. Hyvin lämmöneristetyt vesijohtoputket alakatossa ja

hormissa vähentävät kulutetun veden määrää n. 10 % lisää. Näin ollen hyvin rakennettu rakennus ja sen vesijohtojärjestelmä ovat laadultaan ekologisia ja vähentävät turhaa veden kulutusta.

- Kolmanneksi on otettava huomioon, että talousveden lämmitysenergia lasketaan yleisen lämmitysenergian kulutuksen mukaan. Näin ollen lämmitysenergian kulutusosuus lasketaan kaavalla D5 SRMK:n ohjeiden mukaan (10, s. 26, kaava 5.1).

$$Q_{lkv} = (4,2 \text{ kJ/kgK} * 1000 \text{ kg/m}^3 * V_{lkv} * 45K) / 3600 \quad (\text{kaava 1})$$

Q_{lkv} on talousveden lämmityksen tarvitsema lämpöenergia (kWh)

V_{lkv} on lämpimän talousveden mitoitusvirtaaman tarve vesijohtoverkostossa (l/s)

5.2 LVI-töiden ja -hankintojen laatuvaatimukset

LVI-selostuksessa kerrotaan LVI-hankintoihin ja -töihin liittyvät putkilaitehankintojen ja töiden sekä ilmastointilaittehankintojen ja -töiden erityisvaatimukset. Esim. putkilaitehankintoihin ja -töihin kuuluvat seuraavat laitteet ja niiden asennukset:

- lämmitysjärjestelmien laitteet ja putkistojen asennukset
- vesi- ja viemärijärjestelmien laitteet ja putkistojen asennukset
- jäähdytys- ja kylmätekniisien järjestelmien laitteet ja putkistojen asennukset
- eristyksien asennus lämmitys-, vesi- ja viemärilaitteisiin, -kalusteisiin sekä -putkistoihin
- automaatiojärjestelmien liittäminen lämmitys-, vesi- ja viemärilaitteisiin, -kalusteisiin sekä -putkistoihin.

Nämä hankinnat ja työt esitetään näiden otsikoiden mukaisissa luvuissa ja osioissa. Peruskorjauskohteiden LVI-selostuksessa on hyvä kertoa tässä kohdassa, mitä LVI-laitteita ja putkistoja on olemassa rakennuksessa, mitä niistä säilytetään nykyisellään ja mitkä LVI-laitteet ja putkistot puretaan tai kunnostetaan.

5.3 LVI-tuotteiden sähkölaatuvaatimukset

LVI-laitteisiin liittyvien sähkötuotteiden asennuksissa ja laatuvaatimuksissa on hyvä mainita, että sähköpääkeskus, -laitteet ja -tarvikkeet on asennettava ja käsiteltävä niiden standardien mukaisten kotelointiluokitusten ja kestävyysluokkien mukaan käyttöpaikan ja tilaluokitusten suhteen. Talousvesijohtoja ei saa myöskään asentaa sähköpääkeskuksien lähistöön ilman suojakoteloita eikä vesijohtoja saa asentaa sähkökaapelihyllyjen läheisyyteen. Näillä ehdolla ehkäistään sähkötapaturmien syntyminen ja suojataan LVI-tuotteiden sekä muiden rakenteiden ja kalusteiden mahdolliset vaurioitumiset. (3; 4.)

5.4 LVI-tuotteiden vaihto-oikeus- ja valintavaatimukset

Kaikkien urakoitsijoiden hankkimien ja asennettujen LVI-tuotteiden pitää olla tyyppihyväksyttyjä ja standardin mukaisia, ja niille on löydettävä suomenkieliset käsittelyohjeet ja tuoteselosteet. Näin ollen LVI-tuotteiden vaihtokelpoisuus ja valintaehdotuksien vaatimukset ovat rajoitteelliset urakoitsijan ja suunnittelijan välillä. Vaihtokelpoisuus tullaan saavuttamaan, kun nämä seuraavat ehdot täyttyvät:

- Kyseiset LVI-tuotteet eivät saa poiketa rakennuttajan edellyttämästä laatutasosta tai ominaisuuksista ja niiden on vastattava sopimusasiakirjoissa olevia vaatimuksia.
- Kyseisten LVI-tuotteiden valmistajan vaihtamiseen on aina kerrottava syy, joka on yleensä kustannuksien vähentäminen tai vielä ehdotetusta parempilaatuisen tuotteen löytäminen.
- Tämä vaihdettava tuote on vielä esitettävä muille urakoitsijoille ja suunnittelijoille hyväksyttäväksi. (3; 4.)

5.5 Urakoitsijoiden LVI-tuotteisiin liittyvät tiedotteet

Työmaalla on aina oltava käytettävissä 1 sarja päivitettyjä LVI-suunnittelijan laatimia LVI-piirustuksia urakoitsijan varmistuksien mukaan. Urakoitsijan on lisäksi tiedotettava muille urakoitsijoille, mitä asennuksia, kytkentöjä ja varusteita hänen laitteensa tulee tarvitsemaan muiden urakoitsijoiden toimesta. Urakoitsijan on myös tehtävä ja hyväksyttävä laatimansa asennustoteutus-, mallityö- ja kytkentäpiirustukset LVI-valvojalla ja rakennuttajalla. Esimerkiksi putkiurakoitsijan on laadittava asennus- ja sijoituspiirustukset lämmönjakohuoneesta, märkätiloista ja keittiön ja muiden huoneiden rakenteissa menevistä erikoisputkireiteistä sekä lattialämmityshuoneista ja jakotukkisijoitusmahdollisuuksista. Urakoitsijan on myös tiedotettava ja hyväksyttävä LVI-valvojan ja -suunnittelijan kanssa asennettavien LVI-tuotteiden ja -laitteiden tyyppivaihtoehdot ja -merkinnät sekä säätöarvot. Lisäksi urakoitsijan on tiedotettava suunnittelijalle suunnitelmiin tulevat lisäykset ja mahdolliset työmaalla huomautetut poikkeamat sekä asennustekniset muutokset, jotka tulee merkitä suunnittelijan laatimiin LVI-piirustuksiin.

5.6 Putkiurakoitsijoiden LVI-tuotteiden käsittely ja varustus

LVI-selostuksessa on mainittava myös LVI-tuotteiden pakkaus, kuljetus ja siirtomahdollisuudet sekä varastointi- ja suojaus ehdot työmaalla sekä pintakäsittelyn yleisvaatimukset. Esimerkiksi kaikki vesi- ja viemärikalusteet ja -putket toimitetaan pintakäsiteltynä työmaalle, eli kylpyhuoneen näkyvissä olevat putket toimitetaan työmaalle kromattuina. Mikäli LVI-tuotteen pintakäsittely tai pinnoite vaurioituu kuljetuksessa, käsittelyssä tai muussa asennuksessa, on urakoitsijan korjattava se alkuperäistä vastaavaksi.

Lisäksi selostuksessa on mainittava ylläpitoa palvelevat LVI-tuotteet ja varaosat, joita ovat esimerkiksi putkiurakoitsijalla:

- Kastelua ja pihan pesua varten olevat letkukärryt LVI-83 1920.
- Kastelupostien avaimia on oltava jokaiseen kiinteistöön 2 kpl.
- Jokaiseen konehuoneeseen tulee sijoittaa tyhjennysletkut 2 kpl Ø13 pituus 10 m varustettuna letkuliittimin DN15 ja sijoitettuna telineille.
- Jokaisessa konehuoneessa tulee olla 1 sarja kertasäätöventtiilien avaimia
- Lämmönjakohuoneeseen tulee sijoittaa lämpömittareita 2 kpl asteikolla –10 ... +50 °C, jakoväli 0,5 °C.
- Vesimittaritilaan tulee sijoittaa tyhjennysletku Ø13 pituus 1 m.

- Lämmityspattereiden ilmaruuvien avaimia tulee olla jokaisessa kiinteistössä 1 kpl jokaista kerrosta kohden.

Ilman näitä LVI-tuotteita tai varaosia putkiurakoitsija ei voi suorittaa omia työtehtäviään laatuvaatimuksien mukaan, joten ne ovat tärkeitä jokaiselle putkitöitä tai -asennuksia suorittavalle henkilölle.

5.7 Asennustyö

LVI-urakoitsijoiden ja LVI-järjestelmien asentajien pitää olla ammattilaisia tehtävänsä vaativuuden vuoksi ja ammattitaito on osoitettava suomenkielisin todistuksin työlupaa haettaessa. Urakoitsijan tulee myös varata ja hyväksyä asentajien asennustilat ja -alustat työturvallisuuden ja puhtausvaatimusten osalta ennen asennustyön aloittamista. Urakoitsijoiden on sovittava yhdessä asennusjärjestys ja kirjoitettava järjestys urakkaohjelmaan, jotta kaikki asiat pystyttäisiin tekemään oikean työmaa-aikataulun mukaisesti eikä mikään asia tulisi häiritsemään toisen asennustöitä. LVI-järjestelmien kytkennät ovat myös varustettava avattavin liitoksin siten, että kaikki laitteet ovat irrotettavissa tai poistettavissa paikaltaan. Mikäli putkia joudutaan asentamaan ahtauden vuoksi asennustilan eteen tai rakennuksen rakenteisiin, on niiden asennukset tehtävä määräysten mukaan irrotettavilla putkilla ja rakenteissa suojaputkilla.

Asennusreiät, -syvennykset, -aukot ja kuljetusaukot sekä -reitit mainitaan yleensä urakkarajaliitteessä, joten tähän kohtaan voidaan kirjoittaa ”Katso urakkarajaliitteestä”. Lisäksi linjasulkuventtiilit ja muut varusteet on pääsääntöisesti sijoitettava oikeassa järjestyksessä mahdollisimman lähelle runkoputkea haarautumiskohdan jälkeen. Tyhjennysventtiilit pitää asentaa aina kaikkiin nesteverkostojen alimpiin ja alituskohtiin sekä ilmanpoistoveniitit verkostojen ylimpiin ja ylityskohtiin.

5.8 Puhdistus, esteettisyys- ja äänitekniset vaatimukset

Putkien puhdistus on myös tehtävä huolellisesti ennen asennusta ja työmaalla avoimeksi jääneet putkien päät pitää sulkea muovitulpilla. Urakoitsijan on myös suoritettava suljettujen kiertopiirien huuhtelu sykehuuhtelumenetelmällä linjakohtaisesti ennen verkoston käyttöönottoa eli tämä tarkoittaa lähinnä lämmityspattereiden vesiverkoston huuhtelua. Talousvesiverkostot on huuhdeltava runsaalla vedellä ennen vesikalusteiden asentamista, ja runkoputket, jakojohdo-osuudet sekä ulkopuoliset näkyvillä olevat kytkentäjohto-osuudet on huuhdeltava omana ryhmänään ulkopuolelta. Huuhtelun aikana linjasäätö- ja sulkuventtiilien on oltava myös täysin auki, ettei mikään ole veden kulun esteenä. Tämän jälkeen voidaan asentaa vesikalusteet paikoilleen ja säätää linjasäätöventtiilit oikeaan asentoon.

Näkyviin jäävien putkien tulee noudattaa esteettisyysvaatimuksien takia huoneen seinälinjoja pysty- ja vaakasuunnassa tai verhousten saumalinjoja. Putket on eristettävä myös ääniteknisistä syistä hyvin alakatossa ja hormoneissa sekä muissa sitä vaativissa tiloissa. Astianpesupöytien sekoittajiin sekä niiden koneisiin ja pyykinpesukoneisiin sekä inva-WC-istuimiin ja -pesualtasiin asennetaan usein myös joustavat ja muoviset vesijohtojen liitosputket, jotta kalusteet ovat vähän liikuteltavissa ja näin laitteesta johtuvasta tärinästä ei tule vaurioita putkiin eikä synny ylimääräistä kolinaa.

5.9 Putkien ja rakenteiden väliset läpiviennit ja reiät

Läpiviennin rakenteen ja tiivistyksen pitää täyttää rakennus- tai laiteosille asetetut palo-, ääni-, tiiviys- ja kosteusvaatimukset valmistajien ohjeiden tai Talotekniikka RYL 2002:n vastaavien ohjeiden (3) mukaisesti. Seinien, välipohjien ja laattojen läpimenokohdissa putket eivät saa olla kiinteässä yhteydessä rakenteisiin. Urakoitsija toimittaa putken näitä rakenneläpivientejä varten tarvittavat ruostumatonta materiaalia olevat putkihylsy tai läpivientikappaleet. Putkien läpivientieristeiden eli hylsyn ja putken välisen tilan eristäminen kuuluu putkiurakoitsijalle ja putkihylsyjen tai läpivientikappaleiden asennus rakennusurakoitsijalle. Suojaputkien läpiviennit on tehtävä välipojissa niin, että putkien päiden on ulotuttava lopullisen lattiapinnantasoon ja märkätiloissa vähintään 50 mm valmiin lattiapinnan yläpuolelle. Sisäkatto- tai seinärakenteissa suojaputkien päiden on oltava lopullisen pinnan kanssa samassa tasossa. Vesikattorakenteissa suojaputkien päiden on taas ulotuttava vähintään 300 mm katteen yläpinnan yläpuolelle. Lisäksi näkyville jäävien putkien läpiviennit on viimeisteltävä muovisin peitelevyillä.

5.10 Putkien kiinnitys sekä kannatus

Kaikkien kannakkeiden on oltava tehdasvalmisteisia ja yhdenmukaisia putkimateriaalin kanssa. Tärinää eristävissä kannatusrakenteissa on käytettävä tärinäneristyskumikannakkeita. Kannakkeiden paikat määritellään mittaamalla tasaväliset vaatimusten mukaiset mittavälit ja kannakkeet kiinnitetään aina kiviainerakenteisiin seinä- tai kattopintoihin kiila-ankkurein tai vastaavin kiinnitystulpin. Kannatinrakenteita ei saa kiinnittää LVI-laitteisiin tai putkiin, eikä niihin saa laittaa roikkumaan mitään varusteita tai laitteita. Koneiden, laitteiden ja vesikalusteiden kiinnittämisessä on varmistettava, että kiinnityskohdan rakenne kestää kyseisen laitteen kuormituksen ja että kiinnitykseen voidaan käyttää tavanomaisia kiinnitystarvikkeita. (16)

Putket kannakoidaan seuraavien kannakointiohjeiden mukaan. Taulukossa 3 esitetään kannakkeiden ja putkien väliset suurimmat kannatusvälien mitat. (16)

- Kannakemateriaali on kuivissa tiloissa kuumasinkittyä terästä.
- Alustatiloissa sekä maata vasten kosketuksissa olevissa korroosion kestävää terästä.
- Näkyvissä olevien putkien ja kalusteiden kiinnitykset sekä kannatukset on tehtävä kyseisen putken tai kalusteen pinnan mukaisin kannakkein tai kiinnitystulpin. Esimerkiksi kromattu vesijohto on kiinnitettävä kromatuin seinäkiinnikkein.
- Kannakkeiden on koostuttava seuraavista; osista kiinnityskisko + kierretanko + avattava putkipidin + äänieristys (runkoputkissa), reikänauhojen tai vastaavien rutiläkannakkeiden kiinnitykset ovat kiellettyjä, koska ne eivät tule kestäämään putkien kuormitusta (16).

Taulukko 3. Kannakkeiden ja putkien suurimmat kannatusvälit (16)

Vaakaputkien suurimmat sallitut kannakointivälit lämpötilassa +20 °C.								
Teräsputket DN mm		Kupariputket d _u mm		Muoviputket d _u mm		PVC, PEH, PEM mm	PEL, PEX, PB mm	Monikerrosmuoviputket ²⁾ d _u mm
		8...15	400...600 ¹⁾					
< 20	2500	< 22,0	1250	< 20	700	300	300	< 20
20	2500	22,0	2500	20	700	300	300	20
25	2500	28,0	2500	25	900	400	400	25
32	2500	35,0	2500	32	1000	400	400	32
40	2500	42,0	2500	40	1100	500	500	40
50	3000	54,0	2500	50	1200	500	500	50
65	4000	63,0	2500	63	1400	600	600	63
80	4000	76,1	3000	75	1500	600	600	75
100	5000	88,9	3000	90	1600	700	700	
125	5000	108,0	3000	110	1700	700	700	

¹⁾ pinta-asennuksessa lämmitysputket 400...500 mm, käyttövesiputket 600 mm, hehkutettu kupariputki enintään 300 mm

²⁾ pinta-asennuksessa putket 500...800 mm

5.11 Vesijohtojen lämpölaajenemisen tasaaminen

Putkistojen haaroituksiin on tehtävä myös kiintopisteitä, paisuntakaaria ja tasauslenkkejä siten, ettei lämpölaajenemisesta aiheudu putkilinjojen siirtymiä tai venttiilit vaurioidu ylimääräisestä kuormituksesta. Tällöin putket on asennettava kaikkialla niin, että ne pääsevät vähän laajenemaan vapaasti ääniä synnyttämättä. Rakenteiden putkiläpivienneissä on myös huomioitava lämpölaajenemismahdollisuudet. Sen vuoksi lävistysreiät on tehtävä niin, että putket jäävät vähän irti rakenteista.

5.12 LVI-tuotteiden ja -laitteiden mallit sekä merkinnät

Asennus- ja tuotemallit kirjataan ylös toistuvia työsuorituksia varten ja malliasennuksia tehdään vesijohtoverkoston seuraavista laitteista (3; 4).:

- vesijohtokalusteista ja niiden kiinnityksistä
- paineellisten putkien liitostavoista
- nousujohtojen eristys hormitiloissa
- putkien ja kanavien kannakointi ja yhteiskannakointitavoista
- putkien eristystavoista ja pinnoitteista
- linjasäätöventtiilien asennuksista
- vesieristeen läpäisevistä putkista
- merkittävistä putkista, tarvikkeista ja laitteista.

LVI-merkintöjen perusvaatimuksien mukaan vesijohdot on merkittävä nousuhormeissa huoltoluukun läheisyydessä, lämmönjakohuoneessa ja alakattoalueella n. 20 m välein sekä venttiilien läheisyydessä merkintäteipein. Lisäksi pikapalopostit ja palopostit on merkittävä viranomaisvaatimuksien mukaan varoitus- ja opastuskilvillä. Vesijohtolaitteista myös lämminvesivaraajiin ja pumppuihin on liimattava merkintäteipit tai kiinnitettävä valmistajan antamat mitoitusarvokilvet. Putkiurakoitsijan hankintoihin kuuluvat seuraavat merkittävät laitteet, joita ei yleensä mainita muissa asiakirjoissa:

- lämmönsiirtimet, lämminvesivaraajat ja pumput
- lämmönjakokeskuksen termostaatit, anturit, keskukset, säätimet, kytkimet ja johtimet
- vesijohtojen linjasulku-, sulku- ja takaiskuventtiilit
- palonsammutuslaitteet. (3; 4.)

5.13 Laadunvarmistus ja käyttöönotto

Laadunvarmistus- ja käyttöönottovaatimuksilla varmistetaan, että LVI-järjestelmät tulevat toimimaan suunnitelmien mukaan ja niiden toteutumistulokset on kirjattava pöytäkirjoihin. Tässä osuudessa käsitellään vesijohtoverkoston säätömitoitusterusteet, putkien puhtauden ja toimintatarkastus sekä putkien paine- ja toimintakokeet. Kun työmaalla tehdään vesijohtoverkoston säätömitoituksia, on putkien pintojen oltava näkyvissä ja kuivia vuotojen paikallistamisen takia. Toimintatarkastuksissa ja -kokeissa havaitut virheet ja puutteet on korjattava heti niiden esiin tulemisen jälkeen. Toimintatarkastuksiin osallistuu usein myös rakennusurakoitsija ja muita viranomaistarkastajia. Vesijohtoverkoston painekokeet ovat tehtävä paikka- tai linjakohtaisesti, työn edistymisen aikataulun mukaan, kunta- tai kaupunkikohtaisten vesilaitosmääräyksien mukaan. Kokeiden aikana paisuntalaitteiden ja -säiliöiden verkoston tulee olla irrallaan kokeesta olleesta verkostosta. Paine- koe tehdään kylmällä vedellä siten, että ilma poistuu putkistoista ja verkosto tulee osoittautumaan täysin tiiviiksi. (3; 4.)

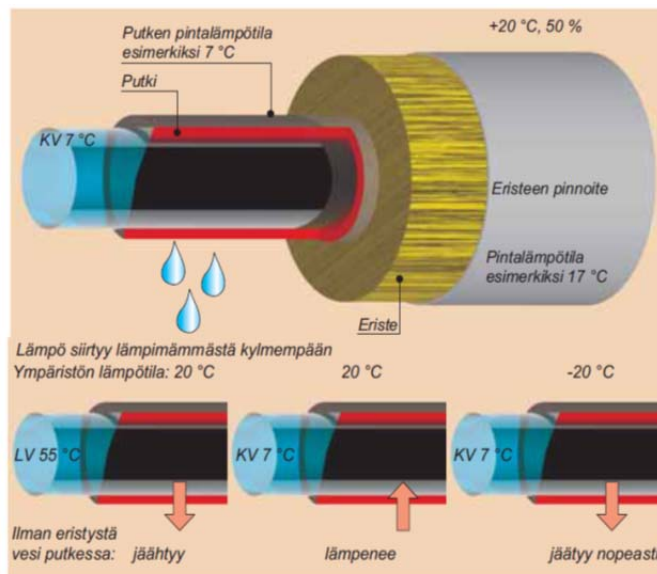
Putkien huuhteluajankohdat on ilmoitettava viikkoa ennen puhtauden tarkastamisajan kohtaa, usein tarkastus tehdään heti huuhtelun jälkeen tai sen yhteydessä. Tarkastus suoritetaan laskemalla vettä lianerottimista ja tyhjennysyhteistä, ja jos tässä tarkastuksessa havaitaan vielä epäpuhtauksia, huuhtelu tehdään uudestaan. Näiden kokeiden ja tarkastuksien jälkeen suoritetaan säätömittaukset ja säädetään verkosto haluttuun toimintakuntoon. Tämän jälkeen vesijohdot puhdistetaan ja eristetään alakatossa ja nousuhormeissa sekä muovisten PEX-suojaputkien seinä- ja lattiapintojen urat voidaan peittää. (16; 31.)

Putkien vesivirtojen säätämistä rajoitetaan linjasäätöventtiileillä eli suunnittelijan tulee antaa tarvittavat mitoitusvirtaama-, vedenpaine- ja säätöventtiilien säätöarvot ennen verkoston säätämistä. Myös pumppujen virtaamat ja vedenpaine- arvot tulee olla tiedossa ennen säätämistä ja automatiikan toiminnan koetta. Nämä säätö- ja mittaustulokset ovat myös kirjattava pöytäkirjoihin toimintatarkastuksen aikana, jotta voidaan tarkastaa verkoston suunnitelmallinen haluttu toiminta tulevissa kuormituskokeissa ja myöhemmin huoltoasiakirjoista. (3; 4; 17.)

Näiden asioiden jälkeen suoritetaan vielä vastaanottotarkastukset rakennuttajan johdolla, jolloin tarkastetaan säätötöiden haluttu toiminta pistokokein. Kun vastaanottotarkastukset on tehty jokaisen urakoitsijan osalta, rakennus voidaan luovuttaa käyttäjille ja antaa heille LVI-järjestelmien vaatimat käytön opastusohjeet. Käytön opastuksen aikana urakoitsijan on tultava esittelemään kiinteistönhoitohenkilökunnalle ja tekniselle isännöitsijälle laitteiden ja verkoston huolto- ja hoitotoimenpiteiden sisältö ja luovuttaa loppukatselmuksen luovutusasiakirjat sekä huoltokirja. (3; 4; 17.)

5.14 Eristys ja nousuhormit

Hyvin eristetty vesiputki pitää kylmän veden kylmänä ja lämpimän veden lämpimänä. Putkieristeet suojaavat myös rakennuksen rakenteita ja putkia mahdollisen kondensoitumisen ja korroosion varalta (kuva 17). Tämän takia vesijohdot on aina eristettävä runko-, nousu- ja jakojohdo-osuuksilla LVI-ohjeiden (15; 16) mukaan.



Kuva 17. Putkieristeiden suojaamisperiaatteet (6, s. 75)

Runkojohdo-osuuksilla ne on eristettävä alakatossa ja kellarin katossa, seinillä, ja putkitunnelissa. Maassa olevat runkojohdot on myös routaeristettävä ja varustettava sähkösaatolla, jos ne ovat alle 0,8 m:n päässä maan pinnasta. Nousujohto-osuudella vesijohdot ovat myös eristettävä hormeissa ja koteloissa. Näin ollen putket on eristettävä alla olevien ohjeiden ja taulukoiden 4–6 mukaisesti.

Taulukko 4. Eristettävät putkiosuudet (15)

Putkisto, osa	Eriste Tunnus LVI 50-10344	Eriste Sarja tai vähim- mäispaksuus 1)	Päällyste LVI 50-10344	Sijainti, huomautuksia
Kylmä käyttövesiputki	Aa	21	6 K	Näkyvä
Kylmä käyttövesiputki	Ac	22	K	Ei näkyvä
Lämmin käyttövesiputki	Aa	25	6	Näkyvä
Lämmin käyttövesiputki	Ac	23	-	Ei näkyvä, nousukuilussa
Lämmin käyttövesiputki	Ac	25	-	Ei näkyvä
Lämmin käyttövesi, kiertoputki	Aa	25	6	Näkyvä
Lämmin käyttövesi, kiertoputki	Ac	23	-	Ei näkyvä, nousukuilussa
Lämmin käyttövesi, kiertoputki	Ac	25	-	Ei näkyvä

Yleensä eristeinä käytetään polyuretaanieristettä, Alu-coat-kivivillaeristettä tai solukumiuovia. Mineraalivillaeristettä ei suositella käytettävän märkätilan alakatossa, seinäkoteloidissa tai nousuhormeissa, koska mineraalivilla imee itseensä aina vähän huoneilman kosteutta. Tällöin sen erityiskyky heikkenee epämuodostumien takia ja pitkän ajan kuluessa sen kastuessa eristeeseen tulee reikiä ja putken korroosiomahdollisuudet suurenevät. Lisäksi kostuneen eristeen epämuodostumat ovat pysyviä, vaikka eristettä kuivatettaisiin. (11; 12.)

Märkätilojen alakatossa, seinäkoteloidissa ja nousuhormeissa on siis käytettävä polyuretaania, joka ei kastuessaan epämuodostu. Tosin tätäkään eristettä ei voida käyttää saunan alakatossa, koska saunan alakatosta tihkuva vesihöyry tuhoaa eristeen solukon. Tällöin on hyvä käyttää Alu-coat-kivivillaeristettä, joka toimii myös paloeristeenä alakatossa ja nousuhormeissa. Solukumimuovieristeet soveltuvat ahtaisiin alakatto- ja ontelolaatta-asennuksiin, koska sen vaahdon pursottaminen on helppoa ja kätevää. Putket on siis eristettävä niin, että eristepaksuuksien, -materiaalien ja putkien välisten pituuksien tulee olla taulukoiden 5 ja 6 sekä kuvan 18 mukaisia. (15; 16.)

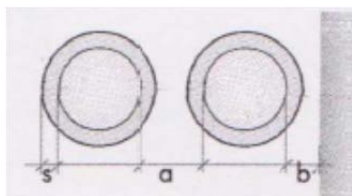
Taulukko 5. Putkieristemateriaalit (15)

Tunnus	Tunnus SFS 3976	Tuote	Tuoteominaisuudet	Pääasiallinen käyttökohde
Aa	K	mineraalivillakouru	päällystämätön	LE, ÄE
	K 4.1	lasivillakouru		PE
	K 5.1	vuori-/kivivillakouru		PE
Ac	S	mineraalivillakouru	alumiinilaminaattisuljin	LE, KE
	S 2.1	vuori-/kivivillakouru		
	S 2.2	lasivillakouru		
LE on lämmöneriste PE on paloneriste. Paloneristeellä on oltava tyyppihyväksyntä tai sen on voitava jollakin muulla luotettavalla tavalla osoittaa täyttävän paloneristeelle asetettavat vaatimukset. ÄE on ääneneriste KE on kondenssineriste Tuotteiden ominaisuuden on määritelty LVI-50-10344 (15).				

Kahden eristettävän putken tai putken ja kiinteän rakenteen väli on vähintään taulukon 6 mukainen. Kylmävesijohdot on eristettävä erillään muista putkista ja eristeen on oltava ilmatiivis, jottei putki pääse kondensoitumaan välistä huoneilman vaikutuksesta (kuva 19). Lämminvesi- sekä lämminkiertovesijohdot voidaan eristää vierekkäin tai jopa yhteen, koska niiden vesien lämpötilat ovat lähestulkoon samat (9). Taulukossa 6 esitetään vuorivillakourujen eri sarjojen mitat millimetreinä (16).

Taulukko 6. Putkien väliset mitat ja eristepaksuudet sarjojen mukaan (16)

Putki DN	Sarja 21 a s b	Sarja 22 a s b	Sarja 23 a s b	Sarja 24 a s b	Sarja 25 a s b
10-40	90 20 60	110 30 70	130 40 80	150 50 90	170 60 100
50-80	110 30 70	130 40 80	150 50 90	170 60 100	210 80 120
100-150	130 40 80	150 50 90	170 60 100	210 80 120	260 100 140
200-300	150 50 90	170 60 100	210 80 120	260 100 140	310 120 170
350-700	180 60 100	230 80 120	260 100 140	300 120 160	350 140 190

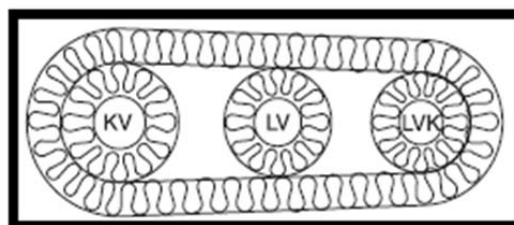


Kuva 18. Putkien väliset mitat (9)

s on eristyspaksuus

a on kahden eristettävän putken väli

b on eristyskohteen ja kiinteän rakenteen väli



Kuva 19. Putkien väliset eristystavat (9)

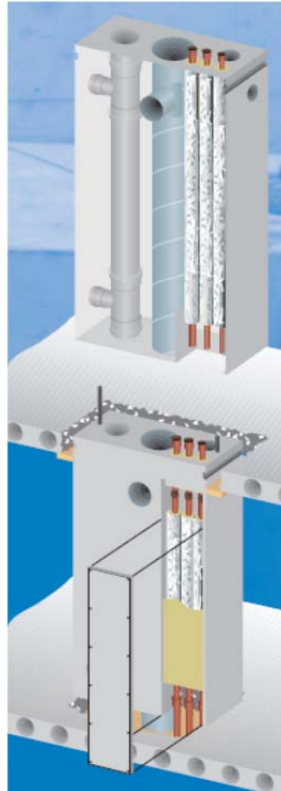
Nousuhormissa kulkee lähes poikkeuksetta aina vähintään kolme vesijohtoa: kylmä-, lämmin- ja lämpimän veden kiertojohto. Hormin koko vaihtelee sen sisällä olevien putki- ja kanavakokojen sekä sähkönousujen mukaan. Myös porraskäytävän tai huoneiston alakatossa sijaitsevat jakojohdo-osuudet on eristettävä, vain näkyvissä olevat kylpyhuoneen kytkentäjohdot voidaan jättää eristämättä. Pienin kylmän ja lämpimän vesijohdon hormi on vain 200 x 150 mm, ja sen voi sijoittaa melkein mihin tahansa. Tosin näin pienen hormin vesijohtojen suurimmat putket voivat olla kooltaan vain 18 mm eristeiden kanssa ja riittävät vain yhden pienen kylpyhuoneen vesikalusteille. Tästä syystä hormit kannattaa mitoittaa väljiksi niin, että niissä voidaan kuljettaa aina vähintään kolmea vesiputkea ja tarpeeksi isoja putkia ja tulevaisuudessa ehkä muitakin kuin pelkästään vesijohtoja. Lämminvesijohdon vesi jäähtyy myös, jos sen jakojohdon ja kiertovesipisteen välimatka on liian pitkä.

5.15 Nousujohtohormien sijoitus ja varustus

Nousujohtohormeja on kahta erilaista mallia eli hormielementti kappaleita ja rakenneaineisia seinähormeja. Hormielementit on hyvä sijoittaa porrashuoneen seinälle keskeiselle paikalle, mistä voidaan ottaa kerroksittain jakojohdot kaikkien yhden kerroksen asuntojen vesikalusteryhmille. Rakenneaineinen nousujohtohormi sijoitetaan taas usein kylpyhuoneen tai keittiön seinää vasten, käyttäen hyväksi keittiön ja märkätilan rakenneaineisia seiniä. Tällöin nousujohtohormi on linjoittain samassa kohdassa olevien eri kerrosten kylpyhuoneiden tai keittiöiden kanssa. Näissä hormoneissa on usein myös muita LVI-putkia ja IV-kanavia sekä sähköjohtonousuja.

Nousujohtohormin lähelle ei saa asentaa suihkua, koska muuten hormin rakenteisiin voi vuotaa ylimääräistä kosteutta. Hormista toisen seinän täytyy olla aina helposti avattavissa, eikä sitä seinää vasten saa laittaa WC-istuinta tai muuta isoa vesikalustetta. Hormiseinään ei saa myöskään kiinnittää kuivaustelineitä, pesuallaskannakkeita tai suihkukalusteita, koska hormiseinän rakenne ei ole tarpeeksi kestävä tällaiseen käyttöön. Hormi ei saa rikkoa märkätilan vesieristyksiä tai lävistää rakennuksen palorajan kattopintaa tai lattiapintaa (kuva 20). Näin ollen nousuhormi ei saa koskaan lävistää väestösuojatilojen kattopintaa tai märkätilan lattiaa, jollei lattian vesieristettä uusita. Tällöin lattian vesieristyksen reunan on tultava vähän hormiseinää vasten ylöspäin ja pidettävä kosteus märkätilan puolella. (6)

Märkätilojen nousuhormeihin on hyvä laittaa myös vuodonilmaisimet jokaisen kerroksen kohdalle 1,5 m lattianpinnan tason yläpuolelle ja huoltoluukku, josta putkivuodot on helppo havaita. Nousujohtohormi ei saa olla myöskään liian lähellä suihkua, koska tällöin vuodonilmaisimet saattavat ilmoittaa kastuessaan vuodon, vaikka putkissa ei olisi vuotokohtia. Hormin huoltoluukku on hyvä sijoittaa kuivan huoneen seinälle, ettei luukun kautta pääse tihkumaan ylimääräistä kosteutta.



Kuva 20. Hormin poikkileikkauskuva

5.16 Lämmitysjärjestelmät

Seuraavaksi LVI-selostuksessa tulee kertoa tulevan lämmöntuotannon energianlähde ja tulevien tai peruskorjattavien lämmitysjärjestelmien laitteet ja niiden toiminta. Tässä osuudessa on huomioitava lämmöntuotannon energialähde ja se, mikä laite lämmittää vesijohtojen lämpimän veden. Yleisin lämmöntuotannon energianlähde on kaukolämpö, jota tuotetaan melkein joka kunnan tai kaupungin lämmöntuotantolaitoksella. Lämpö-
laitokselta lähtee putket kaukolämpöverkostoon ja siitä verkostosta tuodaan rakennukseen kaukolämpöputkillä lämpöenergiaa. Näihin rakennuksen kaukolämpöputkiin liitetään lämmönjakokeskus, joka sisältää eri lämmitys- ja talousvesijohtoverkoston lämmönsiirripaketit tai lämminvesivaraajat tai kumpiakin. Lämmönjakokeskuksen lämmönsiirtimet tai lämminvesivaraajat tulee esittää erillisessä lämmönjakokeskuksen kyt-
kentäkaaviossa. Lämmönjakokeskus tulee asentaa lämmönjakohuoneeseen esteettömään ja lattiakaivolliseen tilaan alustoineen ja eristyksineen taulukon 7 mukaan.

Taulukko 7. Eristettävät putkiosuudet (16).

Putkisto, osa	Eriste Tunnus LVI 50-10344	Eriste Sarja tai vähim- mäispaksuus 1)	Päällyste LVI 50-10344	Sijainti, huomautuk- sia
Lämmitysjärjestelmät				
Lämmönsiirrin	Da	100 mm	10	
Säiliö	Ba	100 mm	10	
Ensiöpiirit	Aa	25	6	Näkyvissä
Ensiöpiirit	Ac	23		Ei näkyvissä nousukuilussa
Ensiöpiirit	Ac	25	-	Ei näkyvissä

Lämmitettävien verkostojen putkistot liitetään omiin lämmönsiirripaketteihin tai läm-
mönvesivaraajiin hitsaamalla tai laippaliitoksien standardien (14) mukaan. Nämä laitepa-
ketit sisältävät yhden kiertovesipumpun per verkosto, sulkuventtiilejä ja vähintään yh-
den paisunta-astian ja niiden säiliöiden täyttöventtiilit sekä veden määrän ja lämpötilan
varo- ja mittauslaitteet. Lämmönsiirtimet ja paisunta-astiat tulee varustaa tyhjennys- ja
ilmanpoistoputkillä siten, että laitteet voidaan puhdistaa, ilmata ja tyhjentää omalla
paikallaan.

Tässä vaiheessa on hyvä mainita myös eri verkostojen rakennepaineet, nesteet ja niiden lämpötila-alueet sekä mitoituslaskelmissa käytetyt lähtöarvot seuraavien luettelien mukaan.

Uudet verkostot on mitoitettu seuraaville veden lämpötiloille:

- ilmanlämmitysverkosto 115...45 °C / 70...40 °C; (60...40 °C pumppupiiri)
- lämpöjohtoverkosto 115...45 °C / 70...40 °C
- talousveden lämmitys 70...25 °C / 10...55 °C
- uimaveden lämmitys 70...40 °C / 27...50 °C

Verkostojen uusien osien rakennepaineet:

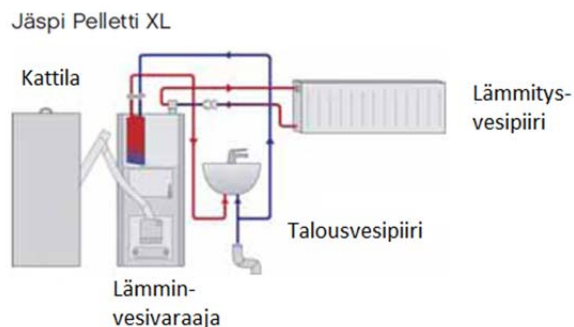
- lämpöjohtoverkosto 0,6 MPa
- kaukolämpöverkosto 1,6 MPa
- käyttövesiverkosto 1,0 MPa

Laskelmien perustana on käytetty seuraavia lämpötiloja:

- alin ulkolämpötila –32 °C
- ylin ulkolämpötila +27 °C
- sisälämpötilat (talvella)
- uima-allastilat +29 °C
- pesutilat +23 °C
- pukutilat, aulat +21 °C
- tekniset tilat +18 °C

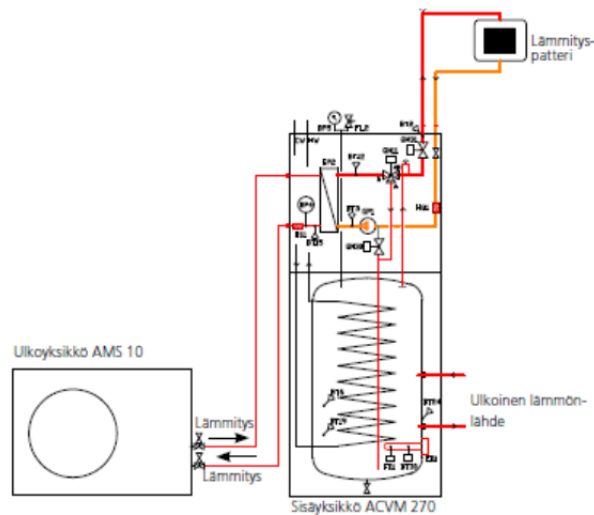
Lämmönjakokeskuksen sähköjohdotukset tulee liittää siihen tarkoitettulle sähkökeskukseen ja yli 0,5 m pitkät johdot on asennettava suojaputkiin. Lisäksi lämmönjakokeskus tarvitsee oman vakioautomaatiokeskuksen VAK, johon tulee liittää säätö-, mittaus- ja hälytyslaitteiden tietojohdotukset.

Pienissä rakennuksissa voi olla myös maa-, ilmalämpö-, maakaasu-, öljy- ja puu-lämmöntuottoyksiköitä lämmittämässä vesijohtoverkostoja. Puu- ja pellettilämmitteiset lämmöntuottoyksiköt ovat ekologisia ja hyviä haja-asutusalueella, jossa on paljon puita omalla tontillaan hyödynnettävänä, koska puuta pitää olla lisäämässä kattilaan päivittäin (kuva 21). (24)

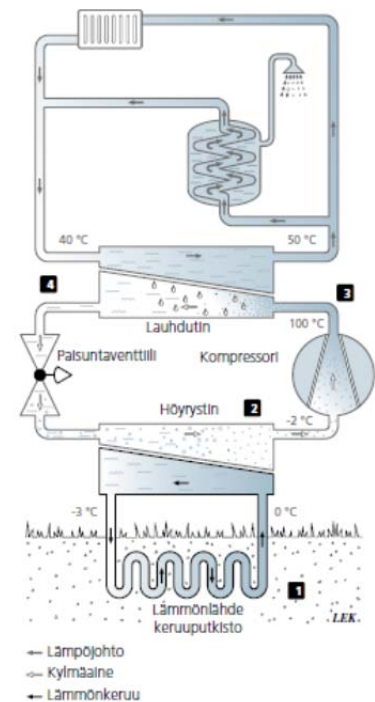


Kuva 21. Pellettilämmönjakokeskus (24)

Maalämpöpumppu kerää lämpönsä maasta putkilla ja lämmittää veden pumpun ja maalämmön avulla (kuva 22). Ilmalämpöpumppu kerää taas lämmön putkilla ulkoilmasta (kuva 23). (23)



Kuva 22. Ilmalämpöpumppu (23)



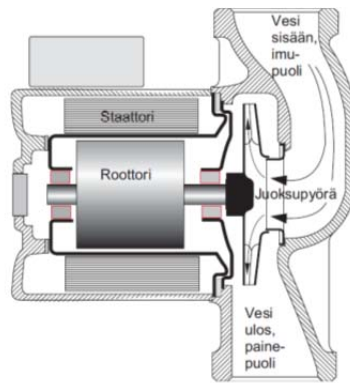
Kuva 23. Maalämpöpumppu (23)

Maakaasun lämmöntuottoyksikkö tuottaa lämpönsä maakaasulla, joka ottaa maakaasun kaupungin tai kunnan maakaasuverkostosta tai erillisestä säiliöstä (25). Öljylämmitteiset tuottoyksiköt toimivat polttoainesäiliöstä tulevan polttoaineen ja polttimeen avulla. Säiliöön on lisättävä polttoainetta määrääjoin, jotta lämmönjakokeskus voi toimia. Tämän takia öljylämmityksen kustannukset ovat usein korkeampia kuin muiden lämmitystapojen kustannukset. Öljylämmönjakokeskus tarvitsee useimmiten myös sähköä lämmönsiirtoa varten.

Näiden lämmöntuottoyksiköiden rinnalle voidaan liittää myös kaukolämmönsiirtimiä, muita lämmöntuottoyksiköitä tai sähköisiä lämminvesivaraajia tai polttolämpökeskuksia vesisäiliövaraajalla.

5.17 Lämmönsiirtimen pumput

Lämmönsiirtimen pumput ovat keskipakoismoottoripumppuja, jotka toimitetaan täydellisin varustein laippa- ja kierrelitoksineen. Pumppu nopeuttaa veden kulkua lisäämällä veden painetta juoksupyörän ja roottorin avulla. Pumppujen rakenteen, materiaalin ja tiivisteiden on sovelluttava kyseisen verkoston vedenlämpötiloille ja -paineille, joten pumpun pesän ja juoksupyörän materiaaliksi soveltuu hyvin esimerkiksi pronssi, komposiitti tai valurauta ja pumpun muiden akseleihin ruostumaton teräs tai muu korroosionkestävä materiaali (6, s.96-100). (Kuva 24.)



Kuva 24. Pumpun toiminta ja osat (6, s. 98)

Pumput on valittava ja mitoitettava niin, että niiden koko on verkoston mitoitusalueella ja sen toimintapiste annetun hyötysuhteen huippualueella. Pumppujen moottorien tulee olla 3-vaihemootoreita kuiva- tai märkäroottoripumppuja soveltuen kyseisen verkoston nesteen pumppaukseen ja niiden suojaus on toteutettava ryhmäkeskuksessa. Yleensä lämmitysverkoston pumpuissa käytetään kuivamoottori-pumppuja ja talousvedenverkostossa taas märkämoottoripumppuja. Valitun pumpun moottorin sähköteho on mitoitettava niin, että se pyörii teholtaan suurimmalla juoksupyörällä ja kestää vähintään 20 % suuremman veden virtauksen. (Kuva 25.)

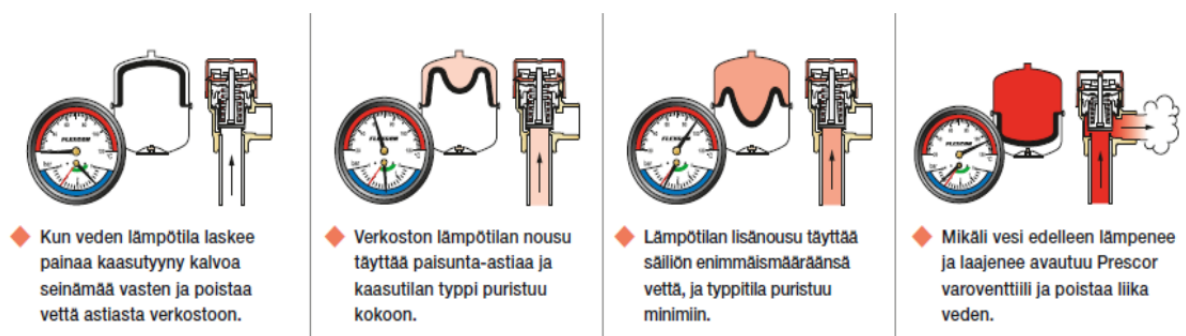


Kuva 25. Oikealla märkämoottoripumppu ja vasemmalla kuivamoottoripumppu (26)

Toiminta- ja tuottokäyrän on oltava mahdollisimman laakea sen pumpun mitoitusalueella ja toimintapisteen suurimmalla hyötysuhdealueella, ja se saa nousta maksimissaan kolmanneksen mitoitusnostokorkeudesta siirryttäessä mitoituspisteestä nollatuotolle (8, s. 206-208, 256-258). Nostokorkeus on hyvä olla kuitenkin alle 15 kPa:ia, jotta vesijohtoverkostoon ei kerry liikaa painetta. Moottoreissa voidaan käyttää rakennuttajan luvalla kierrosluvun säätöä 300–1500 r/min 400 V:n sähkövirralla, jotta saadaan aikaan vaadittu toiminta- ja tuottokäyrän muoto mitoitusalueella ja sen säädön tulee olla helposti vaihdettavissa työkalujen avulla. Toisin sanoen pumppujen suurimmat sallitut virtaamat ovat kuivamoottoripumpuilla 25 l/s ja märkämoottoripumpuilla 50 l/s. Veden maksiminopeus saa olla enintään 2,0–2,5 m/s pumpun painelaipan kohdalla. (6, s. 96-100) Verkostoihin ei yleensä suositella pumppuja, joissa on sisäisiä suojauksia, koska niiden hälytystietoja on vaikea kytkeä kyseisen kohteen rakennusautomaatiojärjestelmään. Taajuusmuuttajilla varustettujen pumppujen taajuuden asettelu on lukittava vesivirtaaman säädön jälkeen. (22, s. 18, 24, 35, 39, 52-53, 58-62.)

5.18 Paisunta-astiat

Paisunta-astiat toimivat lämmitysvesiverkostojen paineennoston tasaajina ja ylimääräisen veden paineennoston tasaajina. Talousvesiverkostoon liitetään painevesisäiliö tai varavesisäiliö vain, jos se koetaan tarpeelliseksi rakennuksen sijainnin, ympäristön, käytön ja muodon takia. Esimerkiksi teollisuusrakennuksien, uimahallien ja sairaaloiden jatkuva vedenkäyttö edellyttää usein varapainevesisäiliön rakentamista sekä korkeiden rakennusten paineenkorotusasemat tarvitsevat varavesisäiliöitä. Näiden astioiden pitää olla kaasutäytteisiä kalvopaisunta-astioita, teräspaisunta-astiat vaihdettavalla kalvolla ja kumiseospaisunta-astiat kiinteällä kalvolla ja niiden kaasun täyttö tullaan hoitamaan autonrengasventtiilien kautta. (Kuva 26.)



Kuva 26. Paisunta-astian toiminta (26)

5.19 Lämpö- ja painemittarit

Lämpö- ja painemittarit ovat melkein samanlaisia lämmitys- ja talousvesiputkistossa ja niitä mittareita koskevat samat määräykset kummissakin verkostoissa. Mittarien on oltava kalibroitavia, pyöreätauluisia ja materiaaliltaan lämmönkestävää metallia sekä tarkkuudeltaan oltava 5 %:n mittausalueella. Lämmönjakokeskuksen mittarit on varustettava pallosulkuventtiilein ja hälytysmittarit hälytyskoskettimin. Putkiin DN 10–40 on tehtävä laajennus niin, että putkien poikkipinta-ala ei pienene. Lisäksi mittarin mittaus-taskuihin on laitettava hyvin lämpöä johtavaa käyttötarkoitukseen soveltuvaa tahnaa.

- *Lämpömittarien* (kuva 27) mittausalueet ovat
 - lämmitysverkostoissa 0...+100 °C
- *Painemittarien* (kuva 28) mittausalueet ovat
 - kaukolämpöpuolen verkostoissa 0–1,6 MPa
 - lämmitysverkoston toisiopuolella 0–0,6 MPa.

Pintalämpömittari



Painemittari



Kuva 27. Pintalämpömittari

Kuva 28. Vedenpainemittari (45)

Lämmöntuottoyksiköiden jälkeen LVI-selostuksessa kuvaillaan lämmitysputkiverkoston putkimateriaalit, lämmityspattereiden tyypit ja niiden varusteet sekä niiden liitoksien ja johdotuksien asennustiedot. Nämä asiat eivät ole vesijohtosuunnittelijan kannalta tärkeitä asioita, joten ne voidaan jättää huomioimatta.

5.20 Vesi- ja viemärijärjestelmät

LVI-selostuksen luvussa vesi- ja viemärijärjestelmät on hyvä mainita alussa, mihin kunnan vesi- ja viemäriverkostoon tonttivesijohto ja -viemäri liitetään, eli mistä vesi tulee ja minne käytetty jätevesi menee. Rakennuksen tonttivesijohtoon liitetään kunnan toimesta myös päävesimittari ja sen pääsulkuventtiilit. Päävesimittarin tulee olla kaikissa muissa paitsi omakotitalouksissa kaukoluettavaa mallia ja varustettuna impulssilaittein. Lisäksi LVI-selostuksessa on hyvä kertoa tässä luvussa, miten lämmin talousvesi valmistetaan ja mihin laitteeseen lämmin- ja lämpimän veden kiertojohto tulee liittää. Tämän jälkeen on hyvä mainita talousvesijohto- ja viemäriverkostojen peruskorjaustarpeet, ja vaikka tonttivesijohtoa tai -viemäreitä ei uusittaisi, on mainittava, mihin kunnanverkostoon ne on liitetty.

5.21 Talousvesijohtoverkoston ja viemäriverkoston yleiset laatuvaatimukset

Talousvesijohtoverkoston ja viemäriverkoston yleisissä laatuvaatimuksissa on mainittava seuraavat asiat:

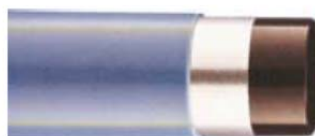
- Vesijohto- ja viemäriverkoston laitteiden ja putkien asennuksessa noudatettava paikallisen vesilaitoksen ja D1 SRMK:n (7) ohjeita ja määräyksiä sekä Talotekniikka RYL 2002:n ja 2009:n (3; 4) laatuvaatimuksia soveltuvin osin.
- Verkostot on suojattava takaisinimua ja haitallista sekoittumista vastaan.
- Turvallisuussyistä johtuen lämpimän veden lämpötila ei saa ylittää 58 °C:ta.
- Lämpimän vesijohdon lämpötila ei saa missään vaiheessa laskea alle 55 °C:n putkitossa tai käyttöpisteessä, lukuun ottamatta 10 sekunnin odotusaikaa.
- Vesiverkoston ja sen paineenkestovaatimus on 10 bar.

Kun rakennuksessa valmistetaan lämmin talousvesi sähköisillä lämminvesivaraajilla, on mainittava, että verkostoon liitettävien laitteiden ja varusteiden on kestävä 70 °C:n lämpöistä vettä jatkuvasti ja hetkellisesti 95 °C:n lämpöistä vettä sekä 1 MPa:n käyttöpainetta.

5.22 Talousvesijohtoverkoston putkien perusvaatimukset

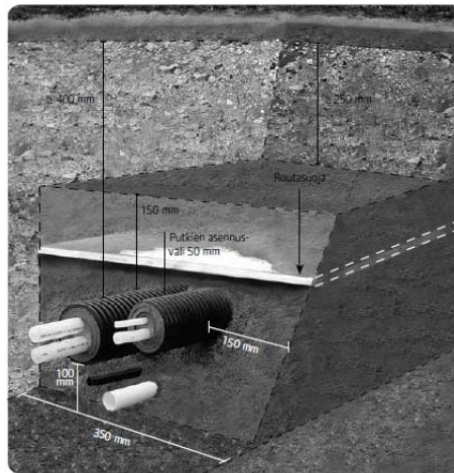
Näissä perusvaatimuksissa on kerrottava, että kaikkien asennettavien ja hyväksyttävien putkimateriaalien, liitostapojen ja käyttötapojen on noudatettava D1 SRMK:n määräyksiä ja ohjeita (7) sekä niiden omien standardien mukaisia putkimateriaalien asennusohjeita. Putkistoissa ja niiden varusteissa, kuten venttiilien, putkiliittimien, pumppujen ja mittarien materiaalina on käytettävä syöpymisen kestäviä putkimateriaaleja. Jos vaihtoehtoisia putkimateriaaleja on monta, LVI-selostuksessa on mainittava, mitä putkimateriaalia on käytettävä eri putkiston osuuksissa tapauskohtaisesti. Messinkisten vettä koskettavien osien on oltava sinkinkadon kestäviä. Putkistot on asennettava niin, että ne voidaan vaihtaa putkivuotojen tullessa esille.

- Maahan asennettavat tonttivesijohdot tehdään muoviputkesta, jonka suojaputki ja liitinjärjestelmän on oltava tyyppihyväksyttyä laatua, esim. polyeteeni-paineputket PP, PELM- ja PEH-putket (20). Päällimmäisenä on muovipinnoite (PP), sen alla alumiini kuori ja sitten taas polyeteeni muoviputki (PP). Kunnan vesijohtoverkoston ja kiinteistön välisen tontti-vesijohdon asennuksesta vastaavat kyseisen kunnan valtuuttamat asentajat (kuva 30).



Kuva 30. Muovisen tonttivesijohdon materiaalirakenne (20)

- Maahan tai lattian ja maan väliseen tilaan asennettavat routaeristetyt runkoputket tehdään muoviputkesta, jonka suojaputki ja liitinjärjestelmän on oltava tyyppihyväksyttyä laatua ja kestävä 50 kPa:n paine, esim. (30) Uponor Ecoflex system -putkia. Nämä runkoputket on sähkösaattava tai käytettävä jo valmiiksi sähkösaattua putkimateriaalia. Lisäksi jos putkia asennetaan kevyen liikenteen väylän alle, on niihin asennettava routaeristys kuormituselementin sisälle (kuva 31).



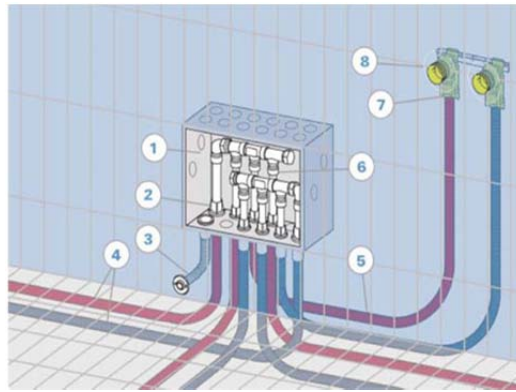
Kuva 31. Poikkileikkauskuva kuormitus-
elementistä ja putkista (30, s. 19)

Kupariset vesijohdot asuinkerrostaloihin:

- Vesijohtoverkoston näkymättömien, kuten hormeihin, putkikuiluihin ja alakattoon asennettavien runkoputkien putkimateriaalina tulee käyttää kupariputkia kapillaari-osin ja -liitoksin.
- Vesijohtoverkoston näkyvät kytkentävesijohdot tehdään kromatusta kupariputkesta, ja niiden putkien liitokset tehdään alakaton yläpuolella kapilaariliitoksin.

Muoviset vesijohdot omakotitaloihin:

- Vesijohtoverkoston näkymättömiin asennettavat putkiosuudet, kuten hormeihin, putkikuiluihin ja alakattoon asennettavat runkoputket tehdään komposiittiputkiosilla ja liitetään toisiinsa muovitiivisteliitoksin (29).
- Vesijohtoverkoston kytkentävesijohdot asennetaan rakenneseinän tai lattian sisään paineenkestävin muovisuoja-putkin (31). Tällöin komposiittiputket tulee liittää jakotukkiin, josta lähtee muovisuoja-putket lattian tai seinän kautta jokaiselle vesikalusteelle erikseen ja vesijohtoliitokset hanoihin on tehtävä hanarasioin. Jakotukin kohdalla on oltava myös huoltoluukku alakatossa tai hormissa (kuva 32).

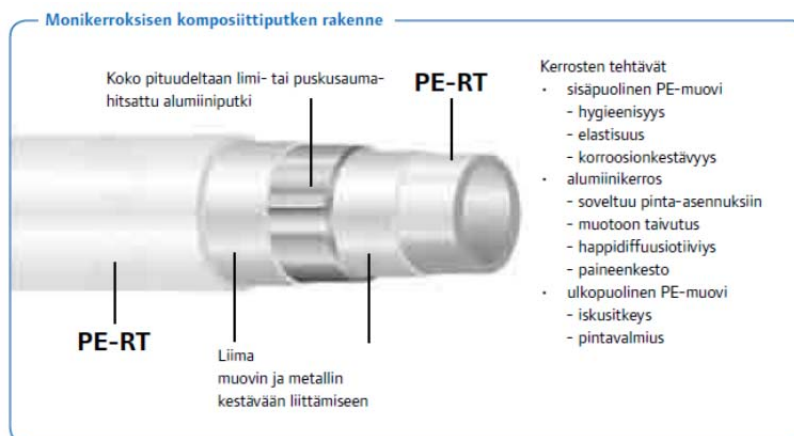


Kuva 32. Muoviputkien liitososuudet (6, s. 59; 31, s. 4)

1. Vuotosuojattu jakotukkikaappi
2. Tiivisteelliset läpivientiholkit
3. Ylivuotoputki
4. Kylmän ja lämpimän veden jakojohdot
5. Kytkenjohdot suojaputkien sisällä
6. Virtausputkien liitokset Wirsbo Q&E -puristusliittimillä.
7. Hanakulmarasia
8. Hanakulmarasian tiivistelaippa

Muoviset ja kupariset vesijohdot, vaihtoehto 1:
asuinrakennuksiin, kouluihin ja päiväkoteihin

- Vesijohtoverkoston näkymättömiin asennettavat putkiosuudet, kuten hormeihin, putkikuiluihin ja alakattoon asennettavat runkoputket tehdään komposiittiputkiosilla muovitiivisteliitoksien (29) (kuva 33).
- Vesijohtoverkoston näkyvät kytkenävesijohdot tehdään kromatusta kupariputkesta, ja niiden putkien liitokset tehdään alakaton yläpuolelle muovitiivisteliitoksien.



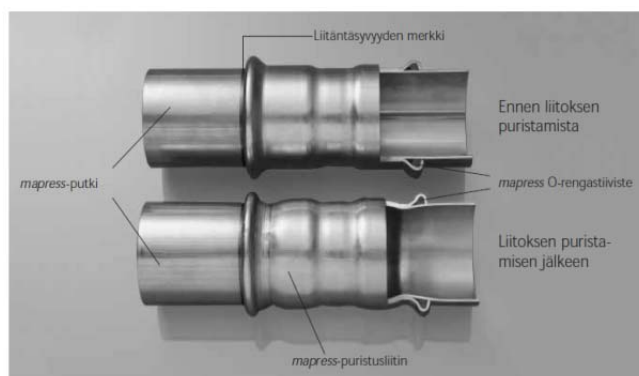
Kuva 33. Monikerroskomposiittiputken rakenne (29, s. 9)

Vaihtoehto 2 ravintoloihin ja muihin julkisiin rakennuksiin:

- Vesijohtoverkoston näkymättömiin asennettavat putkiosuudet, kuten hormeihin, putkikuiluihin ja alakattoon asennettavien runkoputkien putkimateriaalina tulee käyttää kupariputkia kapilaari-osin ja -liitoksiin.
- Vesijohtoverkoston kytkentävesijohdot asennetaan rakenneseinän tai lattian sisään paineenkestävin muovisuoja-putkin (31). Komposiittiputket tulee liittää jakotukkiin ennen muovisuoja-putkien asentamista ja jakotukin kohdalla on oltava huoltoluukku alakatossa tai hormissa. Jakotukista lähtevät kytkentäjohdot on asennettava jokaiselle vesikalusteelle erikseen ja hanat on liitettävä muovisuoja putkiin hanakulma-rasioin.

Haponkestävät tai ruostumattomat teräsputkivesijohdot teollisuusrakennuksiin:

- Vesijohtoverkoston näkymättömiin asennettavat putkiosuudet, kuten hormeihin, putkikuiluihin, kannakkeisiin ja alakattoon asennettavien runkoputkien putkimateriaalina tulee käyttää ruostumatonta teräsputkimateriaalia (kuva 34).



Kuva 34. Teräsputken liitokset (6, s. 42)

- Pienet (alle DN 65) putket liitetään toisiinsa kierrekartioyhdistimin tai hitsattavien putkikauluksen avulla. Vesijohtolaitteet ja -varusteet sekä suurempien yli DN 65 putkien liitokset tehdään kevytmetallilaippaliitoksin materiaalitoimittajien ohjeiden mukaan ja maadoitetaan sähkösuunnitelmien mukaan.
- Vesijohtoverkoston näkyvät kytkentävesijohdot tehdään haponkestävästä tai ruostumattomasta teräsputkimateriaalista, ja niiden putkien liitokset tehdään alakaton yläpuolella hitsaamalla. Nämä vesijohdot on kiinnitettävä tehdasvalmisteisin kannakkein ja kannaketyyppi on hyväksyttävä rakennuttajalla.

Muoviset ja kupariset vesijohdot uimahalleihin, kylpylöihin ja sairaaloihin, vaihtoehto 1:

- Vesijohtoverkoston näkymättömiin asennettavat putkiosuudet, kuten hormeihin, putkikuiluihin ja alakattoon asennettavat runkoputket tehdään komposiittiputkiosilla muovitiivisteliitoksin tai PVC-muoviputkillä muhviiliitososin (34).
- Vesijohtoverkoston kytkentävesijohdot asennetaan rakenneseinän tai lattian sisään paineenkestävin muovisuoja-putkin (31). Muovisuoja-putket tulee liittää jakotukkiin ennen muovisuoja-putkien asentamista ja jakotukin kohdalla on oltava huoltoluukku alakatossa tai hormissa. Jakotukista lähtevät kytkentäjohdot on asennettava jokaiselle vesikalusteelle erikseen ja hanat on liitettävä muovisuoja-putkiin hanakulma-rasioin.

Vesijohdot uimahallien ja kylpylöiden vedenkäsittelyyn, vaihtoehto 2,:

- Vedenkäsittelyjohtoverkoston näkymättömiin asennettavat putkiosuudet, kuten hormeihin, putkikuiluihin ja alakattoon asennettavien runkoputkien putkimateriaalina tulee käyttää kromattuja kupariputkia kapillaariosin ja -liitoksin. Virtausta haittaavat olakkeet on poistettava materiaalitoimittajien ohjeiden mukaan ja kromatut putket on liitettävä toisiinsa kromatuin osin (34).
- Vedenkäsittelyjohtoverkoston näkyvät kytkentävesijohdot tehdään kromatusta kupari-putkesta ja niiden putkien liitokset tehdään alakaton yläpuolella kapillaariliitoksin.

Vesijohdot uimahallien ja kylpylöiden vedenkierrätysverkostoon, vaihtoehto 3:

- Vedenkierrätysverkoston tekniisiin tiloihin asennettavien runkoputkien putkimateriaalina tulee käyttää haponkestävää teräsputkimateriaalia hitsi- tai irtolaippaliitoksin materiaalitoimittajien ohjeiden mukaan ja maadoitettava sähkösuunnitelmien mukaan.
- Vedenkierrätysverkoston muihin tiloihin asennettavien runko- ja altaiden kytkentä-putkien putkimateriaalina tulee käyttää PVC-muoviputkia liimatuin muhviiliitoksin materiaalitoimittajien ohjeiden mukaan. PVC-muoviputkien ja HFe-teräsputkien liitokset tehdään läpivientiputkin sekä tiivisteläipoin samasta materiaalista kuin kyseinen virtausputki, jolloin kyseisen tiivisteläipan on oltava vähintään 100 mm suurempi kuin putken halkaisija (34).

5.23 Talousvesijohtoverkoston putkien tarvikkeet ja varusteet

Vesijohtotarvikkeiden materiaalin on oltava aina samaa materiaalia kuin kyseinen putkimateriaali on, lukuun ottamatta komposiittiputkia, joiden kanssa venttiilien on oltava joko messinkisiä tai teräsmateriaalia. Jos kyseistä tarviketta ei ole saatavissa kyseisen putkimateriaalin mukaan, se on suojattava pintakäsittelyllä tai sumutelakalla lukuun ottamatta tehtaalta valmiiksi maalattuja tarvikkeita. Tarvikkeet ja varusteet on myös asennettava niin, että niitä on helppo lukea ja niihin on päästävä käsiksi viimeistään tikkaiden avulla.

Tyhjennys

Tyhjennysphanat on sijoitettava putkien ja laitteiden alimpiin kohtiin letkuliittimin, niihin putkiin ja laitteisiin, joita ei voida muuten tyhjentää.

- Esim. Tyhjennysventtiili + tulppa LVI-3713504 (26).

Ilmanpoisto

Ilmanpoistovenitit tulee sijoittaa verkoston korkeimpiin kohtiin, mikäli ilmaa ei muutoin voida poistaa.

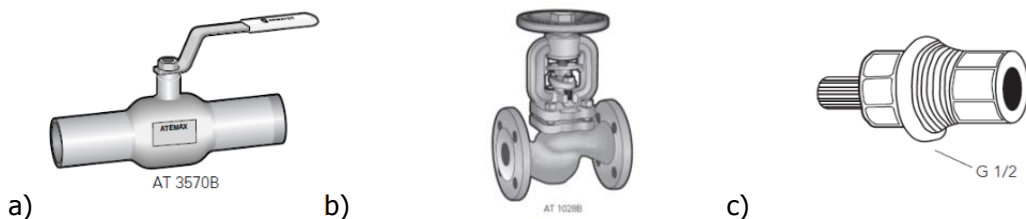
- Esim. yksitoiminen LVI-416 2673 tai kaksitoiminen LVI-416 2676 (27)

Sulkuventtiilit

Sulkuventtiilien on oltava paineluokaltaan 1 MPa ja malliltaan purettavia ja säädettäviä.

Sulkuventtiilit ovat malliltaan pallo- tai istukkaventtiilejä putkikoon mukaan seuraavasti:

- DN 10–50 putkikoolla palloventtiilejä kierre- tai kierrettävin puristusliitoksin
- DN 50–200 putkikoolla luistinventtiilejä laippaliitoksin
- Vesikalustekohtaiset venttiilit ovat pesualtaissa kromattuja kuulasulkuventtiilejä ja suihkusekoittimissa sulkuyhdistäjiä liitettynä epäkeskoliittimin. (Kuva 35) (26.)



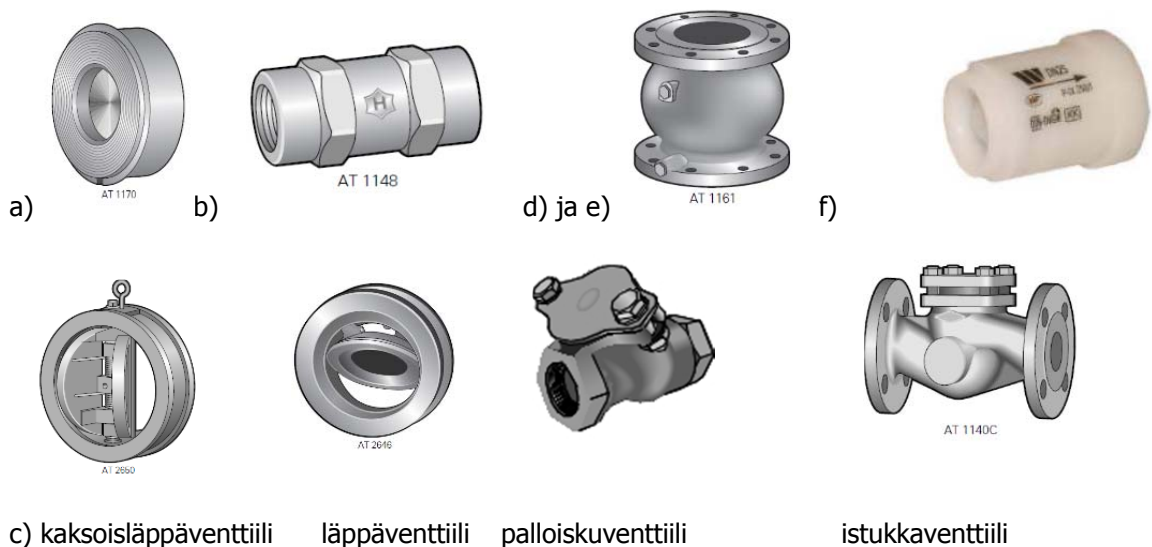
Kuva 35. Sulkuventtiilit a), b) ja c) yleiskuvina (26)

Yksisuuntaventtiilit

Yksisuuntaventtiilit eli takaiskuventtiilit asennetaan pikapalopostien, vesipostien, vesimittarien, pumppujen, lämmönvesivaraajien, lämmönsiirtimien ja muiden erikoisvesikalusteiden ja -laitteiden yhteyteen estämään takaisinimuvirtaus-mahdollisuuden vesijoh-
tojen ja vesikalusteiden välisten painehäviöerojen takia (7, liite 1, s. 32–33). Näin vesi ei pääse virtaamaan väärään suuntaan putkessa ja venttiili sulkeutuu, jos putkistoon alkaa virrata liian likaista tai paineellista vettä. Tämän venttiilin jälkeen tulee aina olla sulkuventtiili, josta voidaan sulkea väliaikaisesti verkoston toiminta, mittarin, kalusteen tai laitteen korjauksen ajaksi.

Venttiilit erotellaan malliltaan käyttötarkoituksien seuraavanlaisesti (kuva 36):

- Vesipostien ja pikapalopostien yhteydessä käytetään lautasmallisia venttiilejä.
- Pesukoneiden, pesulaitteiden ja vedenlämmittimien yhteydessä käytetään taas istukkamallisia venttiilejä.
- Teollisuusrakennuksissa muiden verkostojen täyttöventtiilien, huuhteluventtiilien, tai sekoitustäyttöventtiilien tai venttiiliryhmiä yhteydessä on istukka-, pallo-, läppä- tai kaksoisläppämallisia venttiilejä.
- Vesijohtopumpun ja muiden vesijohtoverkostojen yhteydessä käytetään istukkamallisia venttiilejä.
- Päävesimittarin yhteyteen asennetaan istukkamallinen venttiili.
- Huoneiston vesimittarin sisään asennetaan taas lautastiivistemallinen venttiili.



Kuva 36. Yksisuuntaventtiilit (26)

Venttiilit liitetään eri tavoin putkikoon mukaan:

- DN 10–40 putkikoon venttiilimallit kierre- tai kierrettävillä puristusliitoksilla
- DN 50–200 putkikoon venttiilimallit hitsi- tai laippaliitoksilla.

Takaiskuventtiilien määräysohjeisiin palataan vielä seuraavassa luvussa 6 Vesijohtokalusteiden mallintaminen ja sijoittelu ja liitteessä 9 on näytetty takaiskuventtiilien sijoitukset kytkentäjohdoissa.

Linjasäätöventtiilit

Linjasäätöventtiilejä asennetaan kiertovesijohtolinjoihin säätämään lämpimän veden paluujohdon veden virtausta ja painehäviöitä. Tämä venttiili sisältää erillisen sulkuventtiilin, säätökaran ja mittausyhteet. Linjasäätöventtiilit on varustettava aina sulkutoiminnoilla sekä sulullisilla virtausyhteillä tai pallosulkuventtiileillä, jotta kiertovesijohdon vedenvirtaus voidaan tarpeen vaatiessa estää. Säätökara on muotoiltu holkki, jonka avulla määrätään virtaama-arvot osoittimen ja asteikkolevyn avulla ja sen holkki lukitaan haluttuun arvoon kiristysruuvilla. Nämä venttiilit on asennettava niin, että mittausnippoihin mahtuu liittämään mittausletkut ja mittausyhteiden sulkukarat asennetaan ylöspäin tai sivulle sekä mitta-asteikon pitää olla luettavissa (kuva 37).



Kuva 37. Linjasäätöventtiili (32)

Venttiilit erotellaan putkikoon mukaan seuraavasti:

- DN 10–50 putkikoolle palloventtiilejä kierre- tai kierrettävin puristusliitoksin
- DN 50–200 putkikoolle luistinventtiilejä laippaliitoksin.

Paineenalennusventtiilit

Paineenalennusventtiili (kuva 38) asennetaan kylmävesijohtorunkoon heti päävesimitarin jälkeen, jolloin se tulee tasaamaan verkostoon tulevan veden painehäviöitä ja sen

jälkeisen veden painetaso tulee olla 400 kPa. Tämän venttiilin yhteyteen on myös asennettava painetasoa osoittavat säätimet.

Varoventtiilit

Varoventtiilejä asennetaan suojelemaan vesijohtoverkostoa liiallisilta painehäviö- ja lämpötilaeroilta putkiston ja laitteiden välillä. Esimerkiksi lämmönsiirtimien, pumppujen ja paisunta-astioiden yhteydessä olevat varoventtiilit suojaavat putkistoa ja siihen liittyviä laitteita liian suurelta paineelta. Varoventtiilit ovat messinkisiä kierrelitoksineen, ja ne on valittava niin, ettei käyttöpaine nouse puhalluksen aikana 10 % suuremmaksi yli sallitun painetason (kuva 39). Venttiili on jousikuormitteinen ja avautuu paineen ylittyessä jousen sulkuvoiman, jonka voi huomata venttiilissä olevasta ilmaraosta. Venttiilit erotellaan putkikoon mukaan seuraavasti:

- DN 10–50 putkikolla venttiilit kierre- tai kierrettävin puristusliitoksin
- DN 50–200 putkikolla venttiilit laippaliitoksin.

Lisäksi venttiilit on asennettava paikkaan, jossa niiden tarkastaminen ja huoltaminen on helppoa.



Kuva 38. Paineenalennusventtiili (6, s. 35)



Kuva 39. Varoventtiili (26)

Tyhjiöventtiilit

Tyhjiöventtiilejä eli imusuoja käytetään myös estämään takaisinimuvirtausmahdollisuuksia vesijohtojen ja vesikalusteiden painehäviöerojen takia esim. talopesulan pyykinpesukoneissa (8). Tyhjiöventtiili (kuva 40) on sijoitettava paikkaan, missä terveydelle vaaralliset kaasut eivät pääse sen kautta vesijohtoon.



Kuva 40. Tyhjiöventtiili eli imusuoja (32)

Tyhjiöventtiilin ilmanläpäisyä voidaan suurentaa kytkemällä useampia tyhjiöventtiileitä rinnakkain. Tyhjiöventtiilin ilmanläpäisytarvetta voidaan pienentää kytkemällä yksisuuntaventtiili ennen tyhjiöventtiiliä veden normaalissa virtaussuunnassa. Vesikalusteissa voidaan tyhjiöventtiili korvata järjestelyllä, joka alipaineen aikana estää veden takaisinimeytymisen päästämällä ilmaa vesilaitteistoon vesikalusteen rakenteiden kautta (esimerkiksi allashana varustettuna bideesuihkulla tai vaihdinjuoksuputki). Tyhjiöventtiili on asennettava kytkentä- tai jakojohdossa vähintään 300 mm korkeudelle vesikalusteen tai laitteen korkeimman mahdollisen vedenpinnan yläpuolelle ennen liittämistä nousujohtoon. Asennuskorkeus on tyhjiöventtiilin alareunan ja vesikalusteen tai laitteen korkeimman mahdollisen vedenpinnan välinen korkeusero. Tyhjiöventtiileihin palataan vielä seuraavassa luvussa 6 Vesijohtokalusteiden mallintaminen ja sijoittelu ja liitteessä 9.

Lämpö- ja painemittarit

Lämpö- ja painemittarit ovat melkein samanlaisia lämmitys- ja talousvesiputkistoissa ja niitä koskevat samat määräykset. Näin ollen mittarien on oltava kalibroitavia, pyöreätauluisia ja materiaaliltaan lämmönkestävää metallia sekä tarkkuudeltaan oltava 5 % mittausalueella. Lämmönjakokeskuksen mittarit on varustettava pallosulku-venttiilein ja hälytysmittarit hälytyskoskettimin. Pieniin DN 10–40 kokoa putkiin on tehtävä laajennus niin, että putkien poikkipinta-ala ei pienene. Lisäksi mittarin mittaustaskuihin on laitettava hyvin lämpöä johtavaa käyttötarkoitukseen soveltavaa tahnaa.

- Lämpömittarien mittausalueet ovat
 - vesijohtoverkostoissa 0...+58 °C nestepilareineen ja mittarinsuojuksineen
- Painemittarien mittausalueet ovat
 - vesijohtoverkostossa 0–1,0 MPa, jakoväli 100 kPa.

Kiinteistökohtaiset päävesimittarit

Vesimittareilla mitataan vedenvirtausta eri osastojen, huoneistojen ja kiinteistöjen välillä. Kiinteistön päävesimittari (kuva 41) asennetaan kuntamääräyksien mukaisesti tonttivesijohtoon ja sen asentaminen kuuluu kyseisen kunnan vesilaitosurakoitsijoille. Näiden vesimittareiden on oltava kaukoluettavia pulssiantureineen sekä maadoitettu sähkösuunnitelmien mukaan.

Huoneisto- ja osastokohtaiset vesimittarit

Huoneisto- ja osastokohtaiset vesimittarit (kuva 42) asennetaan LVI-suunnitelmien mukaan jokaisen huoneiston tai osaston kylmä- ja lämminvesijohtolinjoihin, ja alakaton vesijohtolinjojen vesimittareiden kohdalle on asennettava kattoon 400 mm x 400 mm:n huoltoluukku. Lämminvesijohtolinjan vesimittari on asennettava aina lämminkierto-vesipisteen jälkeen ennen vesikalusteiden kytkentäjohtoa.



Kuva 41. Kiinteistökohtainen vesimittari (26)

Kuva 42. Huoneistokohtainen vesimittari (26)

Nämä vesimittarit varustetaan usein myös kaukoluentayksiköllä, joiden mittaustiedot on luettavissa Internetin välityksellä. Vesimittareiden yhteyteen on asennettava sulkuventtiili, lianerotin ja partikkelisuodatin ennen mittausyksikköä. Vesimittarit kytketään niin sanottuun mittausjärjestelmään, joka muodostuu mittausmoduuleista ja niihin kuuluu huoneisto-/osastokohtaiset virtausanturit ja yksiköt sekä kiinteistökohtainen keruuyksikkö. Virtausantureiden liitäntäjohdot ovat noin yhden metrin pituisia ja ne on asennettava välittömästi lianerottimen ja partikkelisuodattimen jälkeen ja puhdistettava erottimien tai suodattimien asennuksen sekä verkoston huuhtelun jälkeen. Lisäksi lämpimän veden johdossa vesimittari on aina tultava kiertovesijohdon jälkeen.

Joustavat liittimet ja letkut

Joustavia liittimiä asennetaan tarvittaessa invapesualtaan tai keittiön pesupöydän kytkentävesijohtoihin, jolloin liittimien on oltava rakennepaineluokaltaan 1,6 MPa kumipaljeliekkiliittimiä ja letkujen taipuisia muovi- tai metallipäällysteisiä muoviputkia. Niiden putkien laipallisten kumipalje- tai päällyspunostyypin on oltava myös happidiffuusion ja verkoston veden lämmönkestäviä. (Kuva 43.)



Kuva 43. Vasemmalla joustava liitinosa ja oikealla taipuisa metalliputki

Lian- ja mudanerottimet sekä suodattimet

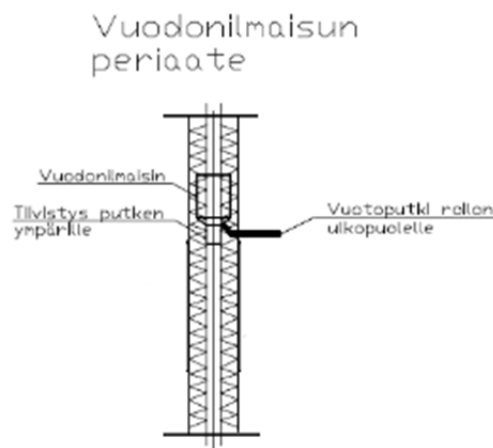
Lian- ja mudanerottimia sekä suodattimia asennetaan suodattamaan talousvesiverkoston kiertovesijohdon epäpuhtauksia, ja ne tulee sijoittaa verkostoon ennen kierto-vesipumppua tai mittauslaitteita. Näiden erottimien tulee olla vinoistukkamalleja, materiaaliltaan valurautaa tai terästä varustettuna RFe-suodinverkolla silmäkoolla 0,5 mm ja tyhjennyssulkuventtiilien huuhteluletkuliittimin sekä paineluokaltaan vähintään putkiston mukainen. (Kuva 44.)



Kuva 44. Vasemmalla lianerotin, keskellä partikkelisuodatin ja oikealla mikrosuodatin (45; 26; 6, s. 84)

Vuodonilmaisimet ja virtausvahdit

Vuodonilmaisimet ja virtausvahdit tulee asentaa rakenneaineisina kuntamääräyksen mukaisesti jokaisen kerroksen kohdalle kaikkien vesijohtohormien putkien ympärille (kuva 45). Putkiin liitettäviä virtausvahteja ei suositella enää nykyään käytettävän, koska niiden liitoksista johtuen on todettu tulevan enemmän virtausta häiritseviä tekijöitä.

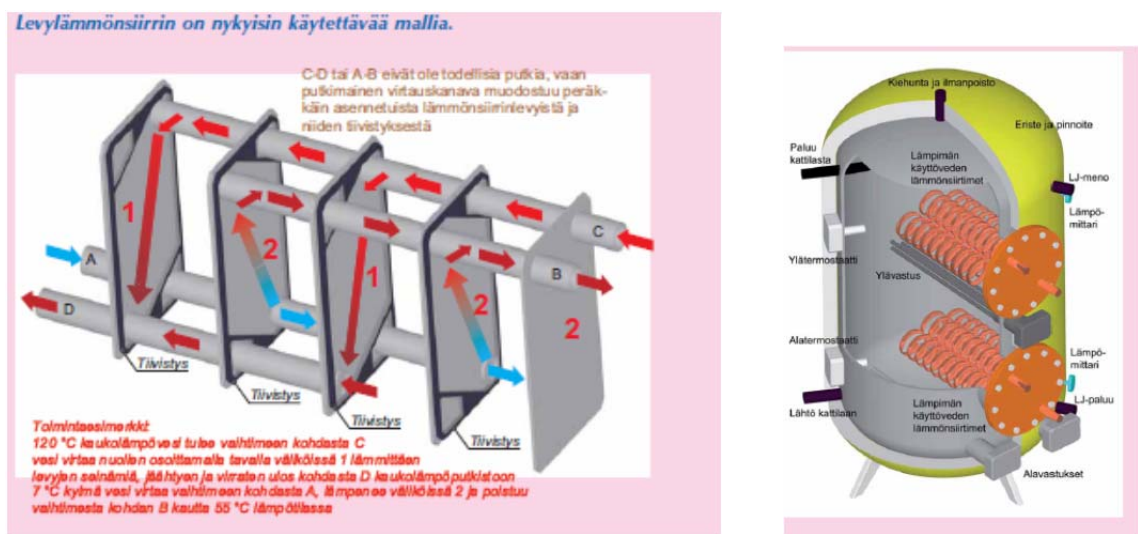


Kuva 45. Vuodonilmaisimen asennusperiaate

5.24 Talousveden lämmittimet

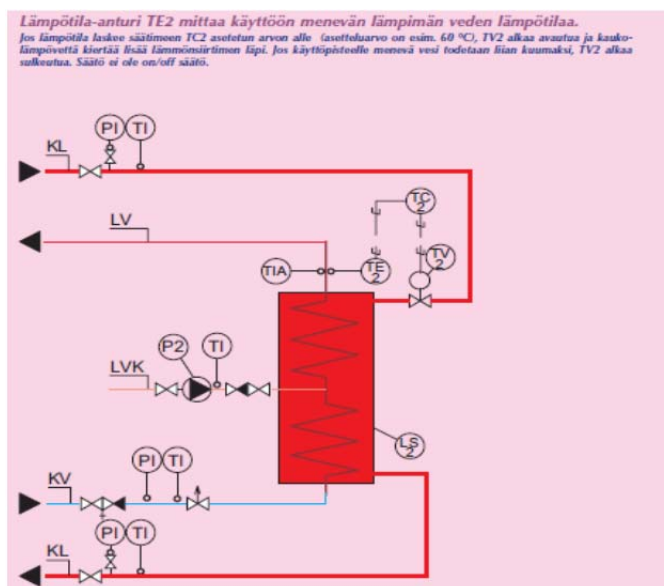
Talousvesi lämmitetään lämmönjakokeskuksen sijoitettavalla lämmönsiirtimellä tai lämminvesivaraajalla, jonka lämmityslaitteistot esiteltiin luvussa 5.16 Lämmitysjärjestelmät. Olennaisin ero lämmitysverkoston ja lämpimän talousvesi-johtoverkoston välillä on se, että lämpimän talousvesijohtoverkoston järjestelmät ovat avoimia.

Lämminvestivaraaja voi olla muuallakin kuin pelkästään lämmönjakohuoneessa, kuten omakotitalon varastossa tai kodinhoitohuoneessa. (Kuva 46.)



Kuva 46. Vasemmalla levylämmön siirtimen toiminta kuvana ja oikealla poikkileikkaus lämminvesivaraajasta (6, s. 122–123)

Veden lämmönsiirtimeen toiminta selviää kaaviosta 1.



Kaavio 1. Talousvesijärjestelmien lämmönsiirtimen toiminta (6, s. 125)

Talousveden lämmittäjänä voi myös toimia maalämpöpumppu, joka kerää lämpönsä maasta putkilla ja lämmittää veden maalämmön avulla. Myös maalämpöpumppu tarvitsee sähköä. Tähän järjestelmään liitetään usein myös lämminvesivaraaja, joka käyttää ja varastoi maalämmöllä esilämmitettyä vettä. Tämän lisäksi haja-asutusalueella lämminvesivaraajan lämmittimenä voidaan käyttää polttolämmönjakokeskuksia. Lämminvesivaraajasäiliön laitteet on eristettävä taulukon 8 mukaisesti.

Taulukko 8. Talousvesijärjestelmien lämmittäjien eristeet (16)

Putkisto, osa	Eriste Tunnus LVI 50-10344	Eriste Sarja tai vähim- mäispaksuus 1)	Päällyste LVI 50-10344	Sijainti huomautuksia
Vesi- ja viemärijärjestelmät				
Lämmönsiirrin	Da	100 mm	10	
Kylmävesisäiliö	Ef	19	-	
Lämminvesisäiliö	Ba	100 mm	10	

5.25 Lämpimän veden käyttö lämmityksessä

Ennen lämminvesi- ja lämminkiertovesiputkia käytettiin lähes huoletta pienten huoneiden patterilämmitykseen tai lattialämmitykseen. 1980-luvun loppupuolella havahduttiin, että tämän lämmityksen johdosta voi muodostua Legionella-bakteereja lämpimään talousvesiverkostoon ja näin lattialämmityksen käyttö kytkettynä talousvesijohtoverkostoon kiellettiin. Vanhojen koulujen ja päiväkotien peruskorjauksissa minäkin olen törmännyt vielä usein näihin tapauksiin, joissa vanha lattialämmitys on jouduttu purkamaan ja rakentamaan uusi lattialämmitys kytkettynä lämmitysverkostoon. Myös kylpyhuoneiden pattereille määrättiin tarkat lämmityksen teholut, eli nykyään kylpyhuoneiden lämpimän veden kiertoa lisättävien pattereiden tai kuivaustelineiden teho saa maksimissaan olla 200 W/tila. Kuivaustelineeseen voi laittaa kuivumaan pyyhkeitä tai muita märkiä vaatteita. Kuivaustelineissa tulee kiertää vesi läpi vuoden, joten ne ovat päällä läpi vuoden ja voivat aiheuttaa omalla tavallaan ylimääräistä hukkalämpöä kylpyhuoneeseen. Tosin se ei ole haitallista, koska kylpyhuoneissa voi olla vähän lämpöisempi ilma käyttömukavuuden takia (6).

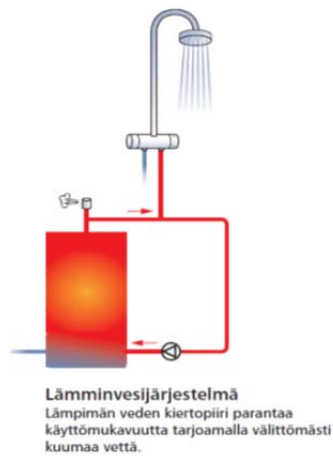
Tämän jälkeen LVI-selostuksessa kerrotaan lyhyesti, millaisia vesikalusteita rakennukseen tulisi valita. Nämä vesikalusteet esitellään tarkemmin rakennuskohderyhmien mukaan seuraavassa luvussa 6 Vesijohtokalusteiden mallintaminen ja sijoittelu.

LVI-selostuksessa kannattaa vain mainita seuraavat asiat:

- Kalusteiden pitää olla tyyppi hyväksyttyjä.
- Kalusteiden pitää olla käytössä olevaa vakiolaatua.
- Posliinikalusteissa suositetaan valmiiksi pintakäsiteltyä valkoista saniteetti posliinia.
- Vesikalusteiden ja hanojen sekä sekoittimien tulee kuulua ensimmäiseen ääni- luokkaan.
- Vesikalusteet on varustettava kalustekohtaisilla kuulasulkuventtiileillä tai sulkuliittimillä.
- Vesikalusteiden vesimäärät on säädettävä.
- Kaikki letkuliitännäiset hanat ja pesukoneet on varustettava hyväksytyillä takaisinimusuojilla.
- Sekoittimissa tulee olla portaaton virtauksen rajoitusmahdollisuus.
- Keittiön astianpesualtaiden sekoittajissa oltava kääntymisen rajoitus enintään 90 astetta.
- On hyvä määritellä WC-kalusteiden huuhtelumekanismi (1- vai 2-toimisia).

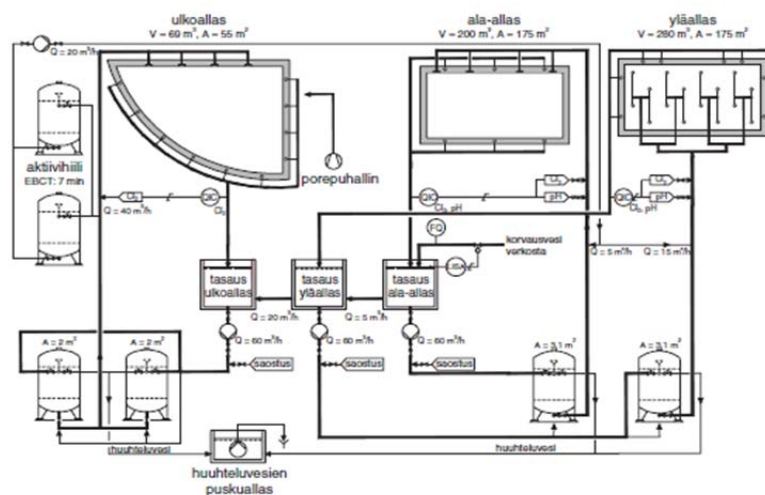
5.26 Vesijohtoverkoston pumput ja painevesisäiliöt

Vesijohtoverkoston pumput ovat yleensä keskipakoismoottoripumppuja kiertovesijohtopiirissä, paineenkorotusasemissa ja vedenkäsittelylaitteistoissa. Nämä pumput ovat putkeen asennettavia 3-vaihemoottoripumppuja, ja niiden on sovellettava veden lämpötiloille ja paineille. Kiertovesijohtopiirissä on yleensä hyvin alhainen virtaus, joten pieni pumppu parantaa veden kulkua lämmönsiirtimeen, jotta lämmönsiirrin toimisi tehokkaimmalla tavalla koko ajan. Ylisuuren pumpun käyttäminen kuluttaa enemmän energiaa ja tuottaa enemmän ääntä, sillä vesi liikkuu tarpeettoman nopeasti. Tällöin moottorin tehon on oltava n. 1,25 kertaa pumpun ottaman tehon verran, ja tästä pumpusta on saatava hälytystiedot automaatiojärjestelmiin. Muuten näille pumpuille pätevät samat määräykset kuin lämmönsiirtimien pumpuille, jotka mainittiin jo aikaisemmassa luvussa 5.17 Lämmönsiirtimeen pumput. (Kuva 47.)



Kuva 47. Lämminvesijärjestelmän pumpun toiminta (23)

Paineenkorotusasemissa ja vedenkäsittelylaitteistoissa käytetään myös näitä 3-vaihemoottoripumppuja nopeuttamaan vedenkulkua vesijohtopiireissään. Vedenkäsittelylaitteistoissa pumpun tarkoituksena on kierrättää uima-altaiden vettä vedenkäsittelyverkostonpiiristä vedenpuhdistuslaitteiston suuntaan, jotta uima-altaiden vesi säilyisi ja kiertäisi vedenkäsittelyverkostossa tarpeeksi puhtaana. (Kuva 48.)



Kuva 48. Toimintaperiaatekaavio uima-hallin vedenkäsittelystä (34, s. 73).

Paineenkorotusasemissa pumpun tarkoitus on nostaa vedenpainetasoa alkuperäisestä painetasosta, jos kunnan vesijohtoverkoston antama vesijohtopainetaso on liian alhainen verrattuna rakennuksen vesijohtopiiriin tarvitsemaan painetasoon. Lisäksi haja-asutusalueen porakaivoissa on uppopumppuja ja märkämoottoripumppuja, ja niiden tarkoitus on pumpata vettä porakaivosta asuntoon ja niin edelleen painevesisäiliöön ja lämmönjakokeskukseen.

Painevesisäiliö (kuva 49) toimii talousvedenverkoston varavesisäiliönä tai paineenkorotus-järjestelmän yksikkönä. Haja-asutusalueella painevesisäiliöitä voidaan käyttää porakaivon yhteydessä, jolloin se toimii myös varavesisäiliönä. Talousvesiverkostoon liitetään yleensä painevesisäiliö vain, jos se koetaan tarpeelliseksi rakennuksen sijainnin, ympäristön, käytön ja muodon takia. Esim. teollisuusrakennuksien, uimahallien ja sairaaloiden jatkuva vedenkäyttö edellyttää painevesisäiliön rakentamista sekä korkeiden rakennusten paineenkorotusasemat tarvitsevat varavesisäiliöitä. Teräspintaisten säiliöiden pitää olla kaasutäytteisiä kalvopaisunta-astioita vaihdettavalla muovikalvolla ja muovipintaisten säiliöiden kaasutäytteisiä kalvopaisunta-astioita kiinteällä muovikalvolla ja kaasun täyttö tulee hoitaa autonrengasventtiilien kautta. (25)



Kuva 49. Painevesisäiliö (25)

Seuraavaksi LVI-selostuksessa selostetaan ilmanvaihtokanavien ja -laitteistojen vaatimukset, jotka työstää ilmanvaihtosuunnittelija. Ilmanvaihtokanavien ja -laitteistojen vaatimuksien jälkeen LVI-selostuksessa selostetaan putkien ja kanavien -osien eristysasiat, joista putkien eristysasiat esitettiin tässä työssä luvussa 5.14 Eristys ja nousuhormit. Seuraavaksi selostetaan LVI-selostuksessa automaatiojärjestelmien laitteiden vaatimukset ja niiden toiminta, jossa selostetaan tarkemmin vesimittarien virtausanturien ja mittausyksiköiden mallit sekä ryhmäyksikön säätö- ja kytkentätiedot. Lisäksi tässä LVI-selostuksen osiossa on selostettava joidenkin elektronisten vesikalusteiden sähköistystiedot, jotka esitellään tässä työssä vesikalusteittain seuraavassa luvussa 6 Vesijohtokalusteiden mallintaminen ja sijoittelu.

6 Vesijohtokalusteiden mallintaminen ja sijoittelu

Vesikalusteluetteloja tehtäessä on aina mietittävä, millainen kohde on kyseessä ja millä tavoin kohteen asiakkaat haluavat käyttää vettä. Vesikalusteiden määrä ja niiden kulu- tus ja varusteet vaikuttavat oleellisesti vesijohtojen mitoittamiseen, ja niinpä vesikalus- teiden sijoittelu ja mallintaminen kannattaa tehdä ennen vesijohtojen mitoittamista. Vesi- kalusteiden sijoittelussa kannattaa aina muistaa tarkistaa viemäripisteen paikka ja sen läheisyys, koska vesikalustetta tai seinäsekoitinta ei voi laittaa seinälle, ellei tilassa ole lattiakaivoa.

Vesikalusteiden vesimäärien määrittelyssä käytetään ns. normivirtaamaa, jonka yksik- könä on l/s. Yleensä vesikalusteiden normivirtaamat vaihtelevat 0,1–0,5 l/s pesual- lashanojen, pesupöytien sekoittajien ja ammesuihkuhanojen sekä erikoisvesikaluste- laitteiden välillä. Näin ollen sen putkikootkin vaihtelevat: mitä suurempi normivirtaama on kyseisellä sekoittajalla, sitä suurempi on sen kytkentäjohtojen putkikoko. Jos pesual- lashanan normivirtaama on 0,1 l/s, on kytkentäjohtojen putkikoko yleensä DN 10 tai DN 12. Suihku tai ammesekoittajien normivirtaamat ovat vähintään 0,2 l/s, ja näiden vesikalusteiden kytkentäjohtojen putkikokojen on oltava aina vähintään DN 12. Tyypilli- simpien vesikalusteiden normivirtaamat kerrotaan D1 SRMK:n taulukossa 1 (7, s. 35).

Sekoittajien valinnoissa kannattaa myös huomioida, mikä on viemäripisteen viemäri- koko, koska esimerkiksi pesualtaan sekoittajalle riittää vain viemärikoko DN 50, mutta amme- tai suihkusekoittajat vaativat ehdottomasti vähintään viemärikoon DN 70. Näin vesipisteen viemäri- normivirtaama tulee olemaan 1,5 kertaa suurempi kuin vesipi- steen normivirtaama lukuun ottamatta WC-istuimien normivirtaamia. Jos sekoittajan normivirtaama on 0,2 l/s, tulee viemäri- normivirtaamaksi 0,6 l/s ja tämän vesikalus- teen viemäripiste vaatii jo viemärikoon DN 70.

WC-kalusteet poikkeavat edellisestä määrityksestä vesikalusteen ja viemäripisteen virtaaman suhteen, kun vesikalusteen normivirtaama on 0,1 l/s ja viemäripisteen virtaama on 1,8 l/s, mikä vaatii viemärinkooksi DN 100. WC-kalusteen huuhtelusäiliöstä on tultava vettä kovemmalla paineella kuin esimerkiksi suihkusekoittajasta, jotta WC-istuimet pysyisivät siisteinä niiden käytön jälkeen. Vesikalusteiden valmistajien velvoitteena on myös esittää vesikalusteiden kytkentäjohtojen putkikoot, normivirtaama- ja painehäviötiedot. Esim. (32) Oraksen -tuoteluetteloissa ja verkkosivuilla on annettu kaikkien vesikalusteiden tarpeelliset tekniset tiedot ja mitat.

Vesikalusteet voidaan jakaa seitsemään eri rakennuskohderyhmään niiden käyttötapojen ja -periaatteiden mukaan:

1. omakotitalot, rivitalot ja asuinkerrostalot
2. koulut ja päiväkodit
3. toimistot, teatterit ja liiketilat
4. uima-, urheiluhallit, kylpylät ja huvilat
5. ravintolat, kahviot, baarit ja suurkeittiöt
6. sairaalat, terveyskeskukset, vanhusten palvelutalot, laboratoriot, hammashoitolat, apteekit ja optikkoliikkeet
7. teollisuusrakennukset, autohallit ja -pesulat.

Näiden rakennusryhmien vesikalusteita voidaan yhdistellä ja jättää pois asiakkaan tarpeen ja tilan mukaan. Hotellit ja lomamökit kuuluvat asuinrakennuksiin, joten niihin rakennuksiin on hyvä valita vesikalusteet, jotka esittelen ensimmäisessä rakennuskohderyhmän luvussa 6.1 Omakotitalot, rivitalot ja asuinkerrostalot. Seuraavaksi siis esittelen näiden rakennuskohderyhmien vesikalusteiden vaatimukset ja valintaperusteet käyttöperiaatteiden mukaan. Jokaisen rakennuskohderyhmän vesikalustetaulukot ovat liitetty liitteisiin 2–8, joissa kerrotaan lyhyesti vesikalusteiden tyypillisimmät merkinnät, kytkentäjohtojen putkikoot, normivirtaamat ja painehäviöt sekä muita huomioon otettavia asioita niiden käytön suhteen. Liitteessä 9 on vielä kerrottu piirrosesimerkein vesikalusteiden takaisinimusojausvaatimukset ja venttiilien asennusjärjestykset.

6.1 Omakotitalot, rivitalot ja asuinkerrostalot

Asuinrakennuksen kylpyhuoneet:

- WC-istuimessa voi olla joko normaali tai korkea istuinkorkeus. Yleensä lapsiperheillä olisi hyvä olla normaali istuinkorkeus (kuva 50) ja vanhemmalla pariskunnalla korkea istuinkorkeus. WC-istuinten huuhtelunapit voivat olla kaksitoimisia tai yksitoimisia, asuin-kerrostaloissa suositellaan enemmän kaksitoimisia huuhtelunappeja, koska ne säästävät enemmän vettä. Tässä vesikalusteessa on suuri painehäviö sen virtaamaan nähden, ja tämän takia se kannattaa sijoittaa mahdollisimman lähelle runkovesijoittoa.
- Pesuallashanat ovat yleensä yksiotehanoja, joissa on päällä yksi vipu ylös – alas vedentulon säätöön sekä oikealle kylmä vasen lämmin. Nämä hanat varustetaan useimmiten myös bideellä eli käsipesusuihkulla (kuva 51). Tämä bideesuihku on hyvä ripustaa seinälle pidikkeen avulla lähelle WC-istuinta, jolloin voidaan estää myös takaisinimuvirtauksenmahdollisuudet.
- Pesukone voi olla liitettynä pesuallashanaan tai pesukoneella voi olla oma sekoitusventtiilinsä seinällä. Parempi ratkaisu on asentaa pesukoneelle oma sekoitusventtiili kiinni seinään, koska pesualtaan hanassa oleva magneettiventtiili voi mennä helpommin rikki. (kuva 52.)



Kuva 50. WC-istuin normaalikorkeudella (35)



Kuva 51. Pesuallas ja yksiotehana varustettuna bideellä



Kuva 52. Pesukoneen oma sekoitusventtiili (32)

- Suihkusekoittajissa on yleensä yksiotehana ja suihkuletku seinäpidikkeineen tai sitten suihkussa on termostaatti- tai pressostaattisekoittajalla varustettu vedenmäärän ja lämpötilan säätökahvat. Termostaattisekoittajalla (kuva 53) varustettu suihkusekoittaja sekoittaa kylmän ja lämpimän veden jo sekoittajassa, jolloin veden lämpötila pysyy paremmin sen lämpöisenä, mihin se on asetettu. Pressostaattisekoittajalla varustettu suihkusekoittaja säätelee kylmän ja lämpimän veden tulon painetasoa, jolloin se toimii niin sanottuna paineentasajana.



Kuva 53. Suihkusekoittaja termostaattiventtiilein (32)

- Vanhoissa asunnoissa pesuallas on sijoitettu suihkusekoittajan yhteyteen, jolloin sekoittajassa on oltava pitkä ja kääntyvä juoksuputki, jotta se ylettää myös pesualtaaseen. Tämän suihkusekoittajan alla voi olla myös amme, jolloin vettä tulee usein kulutettua suurempia määriä kerralla. Tällä ratkaisulla säästettiin kalustekustannuksissa ja vedenkulutuksessa käytön suhteen. Bideesuihkun lisääminen sekoittajaan voi olla nykyään hyödytöntä, koska WC-istuim on liian kaukana suihkusekoittajaan nähden. Nykyisen peruskorjauksen jälkeen yleensä otetaan ammeet pois ja laitetaan sen tilalle suihkunurkkaus sekä pesualtaalle oma pesuallashana bideesuihkulla asiakkaiden nykytoivomuksien takia.

- Kylpyhuoneissa on nykyään tikasmallisia (kuva 54) tai u-mallisia kuivaustelineitä, joilla voidaan kuivattaa pyyhkeitä. Ennen kylpyhuoneisiin asennettiin lämpöpatterin mallisia kuivauspattereita, mutta nykyään niistä on luovuttu veden puhtauden ja käyttötapojen muutosten takia. Jos kylpyhuoneessa on yksi tai kaksi ulkoseinää, huoneeseen on laitettava yksi lämmityspatteri ja kuivausteline. Lämmityspatteri on tarkoitettu lämmittämään huonetta kylmiltä ulkoseiniltä ja kuivausteline vain pyyhkeiden kuivaamista varten. Kylpyhuoneen kuivaustelineet voidaan liittää myös vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään, jolloin ei välttämättä tarvitse asentaa lämmityspatteria kuivaustelineen lisäksi ja näin säästetään kokonaiskustannuksissa.



Kuva 54. Tikasmallinen kuivausteline (36)

Keittiön vesikalusteet:

- Pesupöydän hana on tasoon kiinnitettävä yksiotehana pitkällä ja kääntyvällä juoksuputkella, ja hanan alla on yksi tai kaksi allasta. Tässä hanassa on myös astianpesukoneen liitännät (kuva 55). Lisäksi on olemassa muita hienouksia, joita voi lisätä käytön tarpeellisuuden mukaan, esim. automaattinen pesukoneventtiilin sulku-venttiili ja erillinen pieni vesihana käsien pesua varten.



Kuva 55. Astianpesualtaan ja hanan eri osat (6, s. 141)

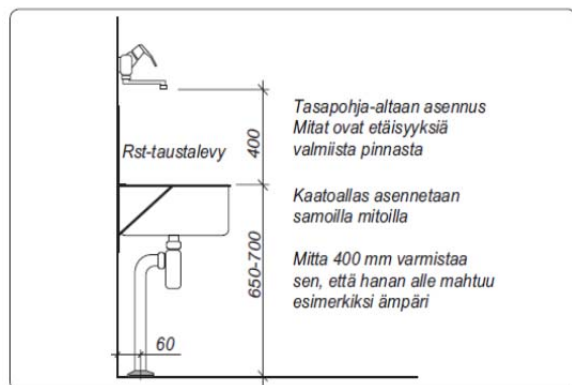
- Astianpesukoneelle on myös mahdollista saada oma vesisekoittajaventtiilinsä, jos hanan astianpesuliitäntä letkut eivät yllä astianpesukoneen liitäntöihin eli astianpesukone on yli 1,5 m:n päässä itse hanan liitoksesta. Näitä sekoittajaventtiilejä käytettiin paljon ennen kuin kehitettiin astianpesukoneventtiiliset yksiottehanat. Ongelmana näissä venttiileissä on ollut se, että venttiili ei ollut itsestään sulkeutuva ja se jäi usein vähän valuttamaan vettä letkuun, kun astianpesukoneen magneettiventtiili oli menossa rikki.

Yleisten saunatilojen pesuhuoneet:

- Pesuhuoneissa on aina vähintään yksi tai kaksi suihkusekoitinta. Suihkusekoitin voi olla samanlainen kuin asuntojen kylpyhuoneiden suihkusekoitin tai vettä säästävä termostaatti suihkusekoitin tai kosketusvapaa suihkusekoitin.
- Suihkusekoittimien lisäksi seinällä voi olla seinäsekoittajia (kuva 56) ilman tasoallasta tai tasoaltaan kanssa. Seinäsekoittajassa on usein myös letkuliitännät, jotta siitä on helpompi ottaa vettä ämpäriin tai pestä lattiaa.

Talopesulan vesikalusteet:

- Tasapohja-altaan yläpuolella on seinäsekoittaja juoksuputkin ja letkuliittimin. Tämän vesikalusteen avulla on helppo pestä käsin vaatteita ja ottaa vettä ämpäriin (kuva 57). Isommissa talopesuloissa on myös maton pesupaikka mattotasapohja-altaalla, jonka tasapohja-allas on syvä ja isompi kuin tavallisen tasapohja-altaan allas. Tämän altaan seinäsekoitimen voi varustaa myös bideesuihkulla tai kuraharjalla.



Kuva 56. Seinäsekoittaja letkuliittimillä (32) Kuva 57. Tasapohja-altaan hanan sijoitus seinälle

- Tehokkaampien pesukoneiden vesiliitännät kuluttavat enemmän vettä, kuin asuntojen pesukoneet. Nämä pesukoneet on lähinnä tarkoitettu liinavaatteiden pesuun, koska ne ovat niin isoja vaatteita, ettei niitä kovin mielellään pese asunnossa ja niiden kuivattaminen voi olla hankalaa pienissä tiloissa. Pyykinpesukoneen vesijohtoliitosputkiin kuulu kylmä- ja lämminvesijohtoliitosputkiin, ja niihin liitosputkiin on asennettava imusuojat, takaisku- ja sulkuventtiilit, jolloin estetään veden pääsy kiertämään väärään suuntaan pesukoneiden magneettiventtiilien rikkoutuessa. Pesukoneiden vesijohtoliitosputket laitetaan nykyään seinälle kiinni pidikkeineen ja venttiileineen (kuva 58).

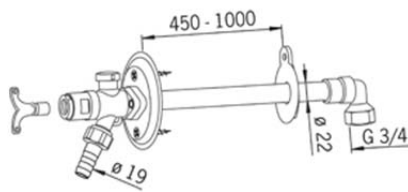


Kuva 58. Talopesulan pyykinpesukoneiden vesijohtoliitännät

Siivoustilan, teknisen LVI-huoneiden ja väestösuojatilojen vesikalusteet:

- Tasapohja-allas seinäsekoittajalla juoksuputkin ja letkuliittimin, joka helpottaa kiinteistön huoltoa ja sen henkilökunnan käsien ja lattioiden pesu mahdollisuuksia.
- Kuivausteline U-mallinen, johon mahtuu muutama pieni rätti kuivumaan. Tämä helpottaa siivoojan työtä ja on käytännöllinen.

Asuinrakennuksiin asennetaan myös ulkovesiposteja talojen ulkoseinille maantason yläpuolelle käsien ulottuville, jotka ovat tarkoitettu mahdollisen tulipalon sammutukseen ja pihan kasvien kasteluun (kuva 59). Mitä isompi piha tai talo on, sitä isompi on siihen tarvittava vesimäärä. Näin ollen omakotitalon ja rivitalon pihan kasvien kasteluun tarkoitettut ulkovesipostit on suunniteltu virtaamaltaan pienemmiksi ja vähemmän vettä kuluttaviksi. Asuinkerrostalojen ja muiden asuinrakennuksien pääulkovesipostit on suunniteltu myös tulipalon sammutustarkoitukseen, jolloin tarvitaan paljon vettä yhdellä kerralla ja tällöin sen vesivirtaaman on hyvä olla mahdollisimman suuri. Ulkovesiposteja on turvallisuusmääräysten mukaan asennettava kahdenkymmenen metrin välein kadun ja pihan puolelle. Ulkovesipostiliitoksiin on asennettava takaisku- ja sulkuventtiilit ulkoseinän sisäpuolelle, mahdollisen takaisinimun estämiseksi. Palokunnan ulkovesipostien liittäminen on harvinaista asuinkerrostalojen kadunpuoleisille ulkoseinille, mutta suuremmissa kaupungissa niiden käyttö voi olla tarpeellista.



Kuva 59. Vesipostiventtiili ulkoseinällä (32)

Vesikalusteiden tekniset tiedot esitetään liitteessä 2.

6.2 Koulut ja päiväkodit

Koulujen WC-tilat:

- WC-istuimissa on yleensä normaali-istuinkorkeus ja yksitoimiset huuhtelunapit.
- Pesuallashanoissa suositetaan ekonapillisia yksiotehanoja, WC-istuimen vieressä hana bideesuihkuin ja normaali pesualtaissa hanat ilman bideesuihkuja. Näiden hanojen ekonapit säästävät lämpimän veden kulutusta erityisellä nappirajoitin mekanismilla.

Päiväkodin pesu- ja WC-tilat:

- Pienten lasten puolella on hyvä olla muutama pieni WC-istuin matalalla istuinkorkeudella, jotta pienten lasten on helpompi opetella istahtamaan istuimelle (kuva 60).
- Pesualtaissa on yksiotehanat samaan tyyliin kuin edellä on kerrottu.
- Suihkusekoittimissa on termostaattisekoittaja, käsisuihku ja erillisen yläsuihkun mahdollisuus. Lisäksi suihkun alla on pieni omilla jaloilla seisova suihkuallas, jossa pienen lapsen pesu on helpompaa. (Kuva 61.)



Kuva 60. Pienten lasten WC-istuin (32)



Kuva 61. Pienten lasten suihkuhana ja suihkuallas (32; 41)

Koulujen pukuhuoneen pesutilat:

- Suihku- tai pesuhuoneessa on yleensä vähintään kolme suihkusekoitinta erillisellä kiinteällä yläsuihkulla, yksiotehana termostaatilla ja käsisuihkulla.
- Pukuhuonetiloissa on lisäksi muutama yleispesuallas yksiotehanoin.

Koulujen ja päiväkotien inva-WC-tilat:

- Inva-WC-istuimissa on korkea istuinkorkeus ja kyynärtuet, jotta WC-istuimesta nouseminen olisi helpompaa (kuva 62).
- Invapesualtaat ovat isoja, matalia ja korkeussäädettäviä ulottumalaatikkojensa avulla (kuva 63), jotta käyttäjän on helpompi ulottua pesemään kätensä pesualtaassa. Joskus invapesualtaat ovat sijoitettu niin kauas WC-istuimesta, ettei pesualtaan hanan bideesuihkuletku yltä WC-istuimella olevalle henkilölle, jolloin on hyvä käyttää kyynärtukien apupesualtaita. Apupesualtaan voi kiinnittää myös seinään, jolloin tämä pesuallas voi olla muunkin tilan käytössä. (35; 40.)



Kuva 62. Invapesuallas ulottumalaatikolla (35)



Kuva 63. Inva-WC-istuin kyynärtailla (35)

Koulujen ja päiväkotien ryhmä-, opetus-, eteis- ja käytävätilat:

- Pesualtaissa on yleensä yksiotehanoja ekonapeilla niin kuin yleisissä pesualtaissa.
- Juoma-automaatteja tai -hanoja suositetaan myös paljon, jotta veden juominen olisi mahdollista joka paikassa.
- Märkäeteistiloissa on useimmiten teräksinen tasoallas yksiotehanalla ja kuraharjalla, jolla on helppo pestä lasten likaiset saappaat puhtaisiksi.

- Lisäksi käytäville on asennettava pikapaloposteja (kuva 64) turvallisuusmääräyksen mukaisesti 20 m:n välein ja jokaiseen kerrokseen. Pikapalopostit ovat usein siistejä kaapillisia pikapaloposteja, joissa on pikapalopostin lisäksi jauhesammutin.



Kuva 64. Pikapalopostikaappi (47)

Koulun ja päiväkodin siivous-, kodinhoitotilat ja LVI-konehuonetilat:

- Tasapohja-altaat on varustettu tavallisin seinäysiotehanoin, letkuliittimin.
- Tikasmallisia kuivaustelineitä on myös usein näissä tiloissa.
- Usein myös kaksi pesukoneventtiiliä tai pesukoneliitokset riippuen siitä, kuinka tehokkaita pesukoneita tilaaja haluaa kyseiseen kohteeseen.
- Ulkovesiposteja asetetaan myös näiden rakennuksien ulkoseinille samaan tapaan kuin asuinrakennuksienkin ulkoseinille.

Koulujen henkilökunnan taukotilat ja opettajainhuonetilat:

- Astianpesualtaissa on yksiotehana astianpesukoneliitoksin, kuten asuntojen keittiön pesupöydissä.
- Näiden tilojen kahvinkeitin tarvitsevat myös joskus erillisiä vesijohtoliitoksia, jolloin liitosputket on varustettava takaisku- ja sulkuventtiilein.

Kuvaamataide-, kemian-, fysiikan- ja puutyönopetustilat:

- Tiloissa on yleensä muutama normaalipesuallas yksiotehanoin, ja tasapohja-allas seinäysiotehanoin ja letkuliittimin.
- Vähintään yksi astianpesuallas pesupöydän yksiotehanalla ja bideesuihkulla, jolla on helppo siivota lattiat ja puhdistaa pöydät sekä muut paikat.
- Kemian- tai fysiikan opetustiloissa voi myös olla laboratorihanoja ja vetokaapin sisälle asennettuja laboratorihanoja.

- Tiloissa on myös usein hätäsuihkusekoitin termostaattisekoittajilla, takaisku- ja sulkuventtiilein (kuva 65), jossa voi hädän tullessa pestä silmistä ja vartalosta pois myrkylliset aineet.



Kuva 65. Hätäsuihku seinään kiinnitettynä (45)

Koulun ruokalan vesikalusteet kuuluvat suurkeittiökalusteisiin. Näitä vesikalusteita kuvaillaan luvussa 6.5 Ravintolat, kahviot, baarit ja suurkeittiöt.

Vesikalusteiden tekniset tiedot esitetään liitteessä 3.

6.3 Toimistot, teatterit ja liiketilat

Toimistojen ja virastojen WC-tilat:

- WC-istuimet ja pesualtaat ovat samanlaisia kuin koulujen henkilökunnan WC-tiloissa.
- Lisäksi miesten WC-tiloissa voi olla muutama urinaali yksitoimisilla huuhtelunapeilla.

Kauppakeskusten, teattereiden, liiketilojen ja muiden asiakaspalvelutilojen WC-tilat:

- Näiden tilojen vesikalusteiden on kestävä paljon kulutusta ja oltava helposti siivottavissa, tämän takia ne tehdään kovemmasta posliinilaadusta tai teräksestä.
- Näissä tiloissa on usein monta WC-istuinta ja pesuallasta rivissä omissa pienissä huoneissaan. Näiden huoneiden WC-istuimet ovat normaali-istuinkorkeudella olevia seinä-WC-istuinta (kuva 66), koska niiden puhdistus on helpompaa. Näiden huoneiden pieni pesuallas varustetaan yksiottehanalla ja bideellä.
- Miesten WC-tiloissa on usein myös muutama pisaari (kuva 67). Näiden seinä-WC-istuinten ja pisaarien huuhtelunapit on hyvä sijoittaa seinälle erityisen seinäasennustelineen avulla. Suositeltavinta on kuitenkin käyttää yleisesti kosketusvapaita huuhteluhanoja. Huuhteluhanat liitetään pisaariin telineellä, joka jää piiloon seinän taakse, jotta seinästä saadaan esteettisen näköinen.



Kuva 66. Seinä-WC-istuin (35)



Kuva 67. Miesten pisaari (33)

Kauppakeskuksien, teattereiden, liiketilojen, virastojen ja muiden asiakaspalvelutilojen yleiset WC-tilat:

- Yleisten tilojen pesualtaiden hanat ovat usein liiketunnistimella varustettuja hanoja. Niissä on hyvä olla tarpeeksi pitkä juoksuputki (kuva 68), jotta vesi suihkuu hanasta tarpeeksi lähelle pesualtaan pohjaventtiiliä, eikä vesi valu ympäri pesualtaiden pöytiä. Lisäksi pesualtaiden hanoille tulevat vesijohdot on hyvä sijoittaa seinärakenteisiin hanarasioin niin, etteivät ne tule tielle, ja tällöin puhdistaminenkin on helppoa.



Kuva 68. Pesuallas varustettuna liiketunnistinhanalla (32)

Kauppakeskuksien ja muiden liiketilojen lasten hoituhuoneet:

- Tilassa on usein yksi aikuisten normaali WC-istuin ja pieni WC-istuin lapselle tai pottata, iso pesuallas yksiotehanalla ja bideellä.

Kauppakeskuksien, liiketilojen, virastojen ja erityispalvelu toimistojen inva-WC-tilat:

- inva-WC-istuimissa on korkea istuinkorkeus ja kyynärtuet. Kyynärtuet voivat olla liitettynä WC-istuimeen tai erikseen. Erilliset kyynärtuet ovat hieman kalliimpia, mutta kestävät kovempaa kulutusta.
- WC-istuimen vieressä voi olla myös kyynärtukeen tai seinään kiinnitettävä apupesuallas (kuva 69), jos invapesualtaan hanan bideesuihkuletku ei yltä WC-istuimelle. Apupesualtaat kestävät myös kovaa kulutusta hyvän materiaalinnoitteensa johdosta.
- Invapesualtaassa on hyvä olla myös liiketunnistimella varustettu kosketusvapaa hana ja allas ulottumalaatikolla vähän vinossa sekä joustavat vesijohtoliitokset.

Kampaamojen hiusten pesualtaissa on erityiset niskatuelliset posliinipesualtaat ja käsisuihkulliset ammesekoittajat. Ammesekoittajassa on usein samanlainen termostaattisekoittaja kuin muissakin termostaattisissa suihkusekoittajissa. Sekoittajan termostaattiventtiilit sekoittavat kylmän ja lämpimän veden keskenään ja säätelevät veden lämpötilaa, jolloin vesi tulee sekoittajasta aina sopivan lämpöisenä ja nopeuttaa tällä tavalla parturin työtä. Näiden pesualtaiden ja sekoittajien avulla parturin on helppo pestä asiakkaan hiukset, kun asiakkaan ei tarvitse muuta kuin vähän kallistaa päätä altaaseen päin ja näin hiukset ovat parturin käsien ulottuvilla. (Kuva 70.)



Kuva 69. Kynärtukeen liitettävä apupesallas (40)



Kuva 70. Kampaamon hiusten pesuallas

Isoissa toimistoissa, virastoissa ja liiketiloissa on myös usein pukuhuoneet naisille ja miehille pesutiloineen. Näiden pesutilojen vesikalustevarustus on seuraavanlainen:

- 2–3 suihkusekoitinta termostaattisekoittajalla samaan tapaan kuin koulujen pesuhuoneissa.
- Pesuhuoneessa on myös muutama pesuallas yksiotehanoilla ilman bideettä, samaan tapaan kuin liiketilojen WC-tiloissa.

Joskus näihin tiloihin liitetään myös saunat, liikuntasali, kuntosali ja uima-allas, jolloin työntekijöillä on töiden jälkeen mahdollista mennä vähän urheilemaan ja pitämään yllä omaa kuntoa ja työhyvinvointia.

Pesuloiden vaatteidenpesuhuoneiden vesikalustevarustus:

- Huoneissa on myös muutama tehokas pesukone vesijohtoliitoksineen rivissä samaan tapaan kuin asuinkerrostalojen talopesuloissa. (kuva 71).



Kuva 71. Vaatteidenpesuhuoneen pesukoneet rivissä

- Lisäksi huoneessa on oltava kaksi tasoallasta isolla altaalla, seinäsekoittajalla ja valuma-ritilällä, jotta vaatteiden käsin pesu ja veden valuttaminen ämpäriin olisi helppoa.
- Usein huoneissa on myös lattia-altaita, jotka seisovat omilla jaloillaan ja joiden yläpuolella on seinäsekoittaja letkuliittimillä.

Liiketiloissa voi olla myös kodinhoitohuoneita työvaatteiden ja muiden vaatteiden sekä pyyhkeiden pesua varten. Näissä kodinhoitohuoneissa on usein samantyyppiset vesikalusteet kuin asuinkerrostalojen talopesuloissa eli kaksi pesukonetta, kuivausrummut, vähintään yksi seinäsekoitin tasoaltaalle ja yksi seinäsekoitin letkuliittimillä sekä tikasmainen kuivausteline.

Kampaamoihin asennetaan myös usein tavallinen asuntojen pyykinpesukoneventtiili, pyyhkeiden pesua varten ja kuivausrumpu pyyhkeiden kuivatusta varten. Tehokkaat pesukoneet ovat liian kalliita ja isoja pieniin tiloihin, eikä asuntojen pesukonemalleissa tarvitse ottaa huomioon takaisinimusuojallisia vesijohtoliitoksia.

Isoissa kauppakeskuksissa, toimisto- ja virastotaloissa on myös siivoushuoneita ja LVI-tekniisiä tiloja, joissa on tasoaltaita seinäsekoittimin ja letkuliittimineen sekä U-mallisia kuivaustelineitä.

Toimistotilojen, virastojen ja liiketilojen keittiöt ja taukotilat:

- Pesupöydässä on yksiotehana pitkällä, kääntyvällä ja kaarevalla juoksuputkella sekä astianpesukoneliitoksilla, jotta kahvikannuun on helpompi ottaa vettä ja astioiden pesu olisi helppoa kahvitilaisuuden tai kokouksen jälkeen.
- Kahvinkeittimiin ja kahviautomaatteihin liitetään myös vesijohtoja, joiden vesijohto liitoksiin pitää lisätä takaisku- ja sulkuventtiilit, jotka estävät kahvinkeittimen mahdollisen takaisinimumahdollisuuden ja ylimääräisen veden tulon.

Toimistojen ruokalan vesikalusteet kuuluvat suurkeittiökalusteisiin ja vesikalusteselostukset kerrotaan osiossa 6.5 Ravintolat, kahviot ja suurkeittiöt.

Kauppakeskuksissa ja isoissa liiketiloissa on oltava myös määräyksien mukaisesti pikapaloposteja 20 m:n välein jokaisella kerroksella ja vesiposteja niin kuin edellä on mainittu. Pikapalopostit ovat usein siistejä kaapillisia pikapaloposteja, joissa on pikapalopostin lisäksi jauhesammutin, niin kuin koulujen käytävillä.

Toimistorakennuksien ja kauppakeskuksien ulkoseinillä on myös ulkovesiposteja samaan tapaan kuin asuinrakennuksien ulkoseinille.

Näiden huoneiden vesikalusteiden tekniset tiedot ovat liitteessä 4.

6.4 Uimahallit, urheiluhallit, kylpylät, vesipuistot ja huvilat

Uima-, urheiluhallien, kylpylöiden, huviloiden ja vesipuistojen WC-tiloihin suositellaan vettä säästäviä ja kovaa kulutusta kestäviä vesikalusteita, jotka ovat myös helposti puhdistettavissa. Seuraavassa luetelmassa esittelen näiden tilojen vesikalusteita ja muutamia havaintoja näistä vesikalusteista.

- WC-istuimet ovat normaalikorkeudella ja yksitoimisilla huuhtelunapeilla. WC-istuimet voivat olla joko seinä WC-istuimia tai WC-istuimia piiloviemärillä.
- WC-istuimen vieressä olevat pesualtaat ovat yksiotehanoja bideellä.
- Muut yleispesualtaat ovat yksiotehanalla ilman bideettä. Näissä pesuallashanoissa voi olla myös tilaajan halutessa ekonapit.
- Asiakaspalvelutilojen WC-tiloihin on hyvä laittaa pesualtaita varustettuna liiketunnistinhanoilla riviin samaan tapaan kuin kauppakeskusten WC-tiloissa.

Uimahalleissa, urheiluhalleissa, kylpylöissä ja vesipuistoissa on hyvä olla vähintään yksi inva-WC-tila, jonka vesikalustevarustus voisi olla esimerkiksi seuraavanlainen:

- Inva-WC-istuimissa on korkeaistuinkorkeus ja kyynärtuet samaan tyyliin kuin kauppakeskusten inva-WC-tiloissa.
- Invapesualtaissa on kosketusvapaa hanat bideellä tai ilman bideettä, jos pesuallas on liian kaukana WC-istuimesta. Tällöin on laitettava erillinen apupesuallas yksiotte bideehanalla WC-istuimen yhteyteen.

Uimahalleissa, kylpylöissä ja vesipuistohalleissa on hyvä olla myös vähintään yksi lasten hoituhuone samantyyillisillä vesikalusteilla kuin kauppakeskusten lasten hoituhuone.

Näiden rakennuksien eteis-, käytävä- ja pukuhuonetilojen vesikalusteet:

- Pesualtaisiin laitetaan yksiottehanat ilman bideettä ja tilaajan halutessa myös ekonapit.
- Käytävillä ja yleisissä tiloissa on oltava määräyksien mukaan pikapaloposteja 20 m välein jokaisessa kerroksessa. Pikapalopostit ovat usein siistejä kaapillisia pikapaloposteja, joissa on pikapalopostin lisäksi jauhesammutin.
- Juoma-automaatteja tai -hanoja suositetaan myös paljon, jotta tarpeellisen veden juominen olisi mahdollista joka paikassa.
- Lisäksi näiden rakennuksien ulkoseinillä on oltava ulkovesiposteja määräyksien mukaan niin kuin aimmin kuvatuissa liikerakennuksien ulkoseinissä.

Pesutilojen vesikalusteet:

- Pesualtaisiin laitetaan yksiotehanat ilman bideetä ja tilaajan halutessa myös ekonapit.
- Pesutiloissa on usein monta suihkua rivissä, jotta mahdollisimman moni henkilö pystyy peseytymään yhdellä kerralla samanaikaisesti (kuva 72). Pesutiloissa suositaan suihkusekoittimia termostaattisella yksiotehanalla, kiinteällä yläsuihkulla ja käsisuihkulla tai liiketunnistimella varustettuja suihkusekoittimia kiinteällä yläsuihkulla ja käsisuihkulla. Näistä suihkusekoittimista saadaan nopeammin vettä pienemmällä putkimitoituksella. Liiketunnistimella varustetuista suihkusekoittimista vesi tulee koskettamalla liiketunnistinta ja loppuu automaattisesti, kun henkilö lähtee pois suihkun alta. Näin suihkujen turha veden kulutus laskee, kun joskus ihmiset eivät muista sulkea suihkuhanaa. Suihkut voi olla myös varustettu suihku-paneelilla, jossa paneelin tarkoitus suojata suihkun liitosputkia ilkeiden teoilta. (Kuva 73.)



Kuva 72. Uimahallin pesutilojen suihkujen sijoitus



Kuva 73. Suihkupaneeli varustettuna liiketunnistin suihkusekoittimella

- Vanhoissa uimahalleissa on suihkusekoittimia varustettuna suihkunapeilla, joista vesi tulee nappia painamalla. Näistä suihkunapeilla varustetuista suihkusekoittimista ollaan luopumassa, koska niiden napit menee usein helpommin rikki kuin kosketustunnistimet. Nämä kaikki suihkusekoitinmallit on usein varustettu termostaatilla ja vedentulonsäätimillä, jolloin asiakkaan ei tarvitse itse säädellä veden lämpötilaa tai vedentulon määrää, vaan veden lämpötila sekä vedenmäärän tulo pysyy niissä asetuksissaan, mihin se on säädetty.

- Tavallisten suihkujen lisäksi on jalkasuihkuja, joissa voi pestä jalat puhtaiksi hiekasta tai muusta liasta. Nämä jalkasuihkut on hyvä asentaa n. 500 mm:n korkeudelle lattiasta ja kosketusnappi käden ulottuville 1200 mm:n korkeuteen lattiasta.
- Ulkoilualueilla ja uimarannoilla voi olla myös suihkusekoitintolppia (kuva 74) ulkotiiloissa, jotka kestävät kylmyyttä ja kulutusta. Näiden suihkujen kylmä- ja lämminvesijohdot saatetaan sähkösaatolla, jotta vesijohtojen vesi ei jäädy talvellaan vesiputkiin. Lämmin vesi tulee lähimmästä rakennuksesta vesijohtoja pitkin, kun siellä on toimintaa. Suihkujen vesijohdot liitetään sekoittajaan erillisen tolpan sisällä, jossa on huoltoluukku ja vesijohdoille erilliset kalustesulkuventtiilit. Näiden suihkunojen vesi sekoittuu kotelon sisällä olevassa sekoitussysteemissä, jossa suihkuveden voi helposti säätää sopivan lämpöiseksi samalla tavalla kuin muissakin termostaattisuihku-sekoittimissa. Näihin suihkukalusteisiin voi olla myös kytketty jalkasuihkut, jolloin jalkasuihkuille ei tarvitse olla erillistä tilaa.
- Kylpylöissä ja huviloissa voi olla myös poresuihkuja ja poreammeita, joista saa mukavan hierovan ja kuplivan vedentulon halutessaan. Nämä suihkut ja ammeet tuovat viihtyisyyttä sekä rentouttavat kehon ja mielen. Poresuihkujen poreet syntyvät pienten pumppujen ja poresuuttimien avulla. Poreammeissa (kuva 75) on erillinen ohjausjärjestelmä, joka säätelee pumppujen toimintaa, veden tuloa ja lämmitystä. Ammeet on hyvä varustaa pienillä portailla ja etulevyllä tai upottaa rakenteisiin, koska tällä tavalla ammeista saadaan siistin näköisiä ja kestäviä rakenteeltaan. Uimahallien altaissa on usein myös poresuihkuja, jotka on liitetty veden käsittelylaitteiden putkistoon.



Kuva 74. Suihkusekoitintolppa varustettuna vedensekoittajalla ja jalkasuihkulla (49)



Kuva 75. poreamme varustettuna ohjausjärjestelmällä ja poresuuttimilla (48)

- Löylyhuoneissa voi olla joskus saunasuihkusekoitin, jonka vesijohtoliitännät ovat pesutilan puolella ja suihkusuuttimen pää löylyhuoneen kiukaan yläpuolella. Nämä sekoittajat ovat automaattisekoittajia, joiden veden tulon määrää voidaan säätää erillisellä ajastusohjaussäätimellä. Tämä säädin antaa myös käskyn lopettaa veden tulo tiettyä ajankohtana.
- Näiden suihkujen lisäksi laitetaan yleensä lattianpesusuihkuja, jotka helpottaa siivoojan työtä. Nämä suihkut ovat tavallisia seinäsekoittimia, joihin on liitetty n. 10 metrin pesuletku.
- Pesu- ja allastiloissa on usein myös vesiposti- ja palopostiventtiilejä sulkuventtiili-hanoin seinällä, jotka takaavat asiakkaiden paloturvallisuuden.
- Näiden vesikalusteiden lisäksi seinällä voi olla seinäsekoittajia ilman tasoallasta tai tasoaltaan kanssa samaan tapaan kuin kerrostalojen yleisissä saunatiloissa.

Näiden rakennuksien tauko- ja henkilökunnanhuonetilojen vesikalusteet:

- Astianpesualtaissa on yksiotehana astianpesukoneliitoksin, kuten asuntojen keittiön pesupöydissä.
- Joskus näissä tiloissa voi olla kahvinkeitin, jotka tarvitsevat erillisiä vesijohtoliitoksia, jolloin liitosputket on varustettava takaisku- ja sulkuventtiilein.

Siivous-, ja kodinhoitohuoneiden vesikalusteet:

- Tasoallas on seinäsekoittajalla yksiotehanalla ja letkuliittimellä.
- Muutama pyykinpesukone vaatteiden ja pyyhkeiden pesua varten tavallisilla pesukoneen vesiliitoksilla ja U- tai tikasmallinen kuivausteline niiden kuivatusta varten.

LVI-tekniikan- ja vedenkäsittelytilojen vesikalusteet:

- Tasoallas on seinäsekoittajalla yksiotehanalla ja letkuliittimellä.
- Hätäsuihku termostaatilla, jolla voi pestä vaaralliset aineet keholta pois.

Näiden rakennuksien ravintolan ja kahvion vesikalusteet kuuluvat suurkeittiö- tai kahviokalusteisiin. Nämä vesikalusteet esitellään luvussa 6.5 Ravintolat, kahviot, baarit ja suurkeittiöt.

Vesikalusteiden tekniset tiedot ovat liitteessä 5.

6.5 Ravintolat, kahviot, baarit ja suurkeittiöt

Ravintoloiden, baarien ja kahvioiden WC-tiloihin voidaan laittaa samanlaiset WC-istuimet ja pesualtaat kuin kauppakeskusten WC-tiloihin. Pienissä ravintoloissa, baareissa, kahvioissa ja suurkeittiöissä on aina vähintään yksi WC-tila, jossa on yksi WC-istuin ja pesuallas bideellä. Joissain isoissa ravintoloissa voi olla myös inva-WC-tiloja ja lastenhoitohuoneita ja näissä tiloihin laitetaan vesikalusteet samaan tyyliin kuin kauppakeskusten huonetiloissa.

Ravintoloiden, baarien, kahvioiden ja suurkeittiötilojen vesikalusteiden kanssa kannattaa olla tarkkana, mihin toimitukseen kunkin vesikalusteen osat ja varusteet liittyvät, koska usein suurin osa näistä vesikalusteista tulee keittiön laitetoimittajan mukana. Tällöin on pyydettävä keittiön laitetoimittajalta aina tarkat kunkin vesikalusteen putkikoko-, virtaama- ja painehäviötiedot, jotta vesijohtojen suunnittelusta, verkostosta ja mitoituksesta tulee toimiva kokonaisuus. Vesikalusteen merkinnän jälkeen on hyvä myös laittaa keittiölaitetoimittajan tai keittiösuunnittelijan mukainen kalustenumero sulkuihin.

- Käsihygieniapesualtaaseen asennetaan liiketunnistimella varustettu hana, jossa on hyvä pestä kädet leipomisen ja kokkaamisen jälkeen.
- Tiloihin tulee paljon erilaisia astianpesupöytiä hedelmien, kasvien ja astioiden pesua varten. Astianpesupöytien hanat ovat yleensä tasoon kiinnitettäviä vipuhanoja pitkällä ja korkealla juoksuputkella, jotta myös esimerkiksi kahvikannu mahtuu hanan ja altaan väliin, jolloin siitä on helppo ottaa vettä kannuun.
- Tiloihin tulee myös esipesupöytä teräsaltaalla ja esihuuhtelusuihkulla (kuva 76). Pesupöydässä on vain vähän syvempi allas kuin tavallisessa tasoaltaassa. Tämän pöydän tasoon tai yläpuolelle seinään kiinnitetään esihuuhtelusuihku, jossa on termostaattisekoittaja, pitkävirtainen käsipesusuihku pikapesimellä ja erillinen juoksuputki. Tämä pitkävirtainen käsiesihku kiinnitetään pidikkeillä suihkuvarren pystyosuuteen, ja kun suihkun nostaa pidikkeestä vettä alkaa tulee erillisen liipaisimen välityksellä automaattisesti.
- Näiden pesupöytien lisäksi voi tulla myös tavallisia tasapohja-altaita seinävipuhanoita, mutta yleensä niitä ei tarvita keittiötiloissa, jos on tarpeeksi paljon astianpesupöytiä ja muita huuhtelusekoittimia.

Ruoan valmistusta varten tiloihin asennetaan patasekoitin, yhdistelmäuunien sekoittimia, painekeittoakaapin vesiliitännät

- Patasekoittimen (kuva 77) avulla valmistetaan isoja keitto- tai kastikeannoksia. Tähän vesikalusteeseen kuuluu iso pata ja sen erikoishana pesusuihkuletkulla ja vipuhanalla. Padoissa on usein automaattisen vedentäytön mahdollisuus ja erillinen integroitu pohjasekoitin. Vesijohdot liitetään patasekoitimeen samalla tavalla kuin muihin koneisiin ja vesiputkiin on laitettava imusuoja, sulku- ja takaiskuventtiilit, jos niitä ei ole jo valmiina tässä laitteessa.



Kuva 76. Esipesupöydän esihuuhtelusuihku (37)



Kuva 77. Patasekoitin (37)

Ruokien ja leivonnaisten kuumennusta varten laitetaan muutama yhdistelmäuuni. Yhdistelmäuuneja on kolme erilaista tyyppiä keitto- ja ruoanlaitto-, leivontauuniyhdistelmiä sekä painekeittokaappeja:

- Keitto- ja ruoanlaittouuniyhdistelmillä eli niin sanotuilla "variocooking center"-, "self cooking center"-yhdistelmien uuneilla voidaan kuumentaa ja kypsentää erilaisia ruokia höyryn, kostutuksen ja kuumennuksen avulla (kuva 78) (37).
- Leivontauuneissa paistetaan leivonnaisia höyryn, kostutuksen ja kuumennuksen avulla (37).

- Uunien lisäksi on olemassa painekeittokaappeja, joilla tarkoitetaan monen ruoan laittoon, sulatukseen ja säilytykseen käytettäviä laitteita, joilla voi esim. kypsentää kalaruokia, kuumentaa ja höyrystää valmisruokia sekä sulattaa pakasteita (37).



Kuva 78. Keitto- ja ruoanlaittouniyhdistelmä
eli ns. "self cooking center"-yhdistelmäuuni (37)

Nämä kaikki yhdistelmäunilaitteet tarvitsevat kylmää vettä höyrystyksessä ja kostutuksessa. Nämä kiertoilmaunilaitteet käsittelevät ja säätelevät veden tarpeen itsessään. Lisäksi näissä laitteissa voi olla myös pesusuihkulaite lisävarusteena, jolloin vesijohdot liitetään laitteen alla oleviin vesiliitäntöihin, joissa on imusuoja, sulku- ja takaiskuventtiilit. Pesusuihku on integroitu laitteen alalaatikon kaukaloon, jossa on itsestään kelautuva pesusuihkuletku. Pesusuihkulla on helppo kostuttaa uunin sisällä olevia ruokia tai pestä uuni sisältä päin. Ylimääräinen uuniin jäänyt vesi poistuu valumakaukalosta yleensä höyrynä pois, mutta kaukalon voi myös irrottaa täydellistä pesua varten. Ennen näissä laitteissa oli myös lämminvesiliitäntä, mutta nykyään lämmintä vettä ei enää tarvita, koska vesi lämpenee itse laitteessa niin hyvin, että höyrypesukin on mahdollista.

Ruoan tarjoilua varten laitetaan jääpalakone, juoma-automaatteja ja vesijakelimia, lämpöhaude- ja kylmälaitteita.

- Jääpalakoneita (kuva 79) on monenlaisia, jään valmistuskoneet voivat valmistaa jääpaloja, jäähilettä ja jääliusketta. Koneissa tarvitaan kylmää vettä jään valmistusta ja koneen mahdollista painepesusuihkua varten. Jään valmistus koneissa vesi suihkutetaan rumpuhöyrystimen pinnalle, joka jäädyttää veden nopeasti n. -8°C :seen. Lisäksi jäähile- ja jääliuskekoneissa on annostelijat, joilla on helppo annostella jäähileiden määrää kylmiin leivonnaisiin ja kylmäsäilytysalustoisiin (37).



Kuva 79. Jääpalakone (37)

- Juoma-automaateilla, juomahanoilla, vesi- ja maidon jakelemilla on omat hanansa, pienet vesisäiliöt ja ylivuotovesikaukalot. Hanoissa on takaisku-, sulkuventtiilit ja imusuojat. Veden ja maidon jakelimissa ja juomahanoissa hanat ovat mekaanisia tai elektronisia liiketunnistin hanoja sensorinapein. Juoma-automaateissa on omat automaattiannostelijat, annosteluventtiilinsä ja kosketusvapaahanat sensorinapein tai kahvasensorein. Lisäksi laitteisiin saa asennettua veden suodatusyksikön, joka varmistaa puhtaamman veden tulon. Maidon jakelemissa on myös termostaattijärjestelmä, jonka avulla maito säilyy kylmänä laitteessa. Joissakin juoma-automaateissa valmistetaan myös lämpimiä juomia, jolloin juoma-automaatissa on myös kylmävesijohtoliitäntä. (38)
- Kahvin valmistuskoneisiin tulee kylmävesijohtoliitäntä. Muuten kahvinkeitinlaitteiden hanat ovat aivan samanlaisia kuin juoma-automaateilla. Näiden laitteiden ja hanojen vesiliitäntäjohtoihin on myös laitettava takaisku-, sulkuventtiilit ja imusuojat, elleivät ne kuulu laitetoimitukseen. (37)

- Tarjoilulinjastossa on erilaisia kylmä- ja lämminhaudealtaita (kuva 80), joiden kuu-
luu pitää salaatti- ja muut kylmät ruoat viileinä ja lämpimät ruoat lämpiminä. Nämä
haudealtaat saattavat tarvita vettä höyrystykseen, kostutukseen tai altaiden mah-
dollista pesusuihkua varten samalla tavalla kuten yhdistelmäuunit. Haudealtaat sää-
televät oman veden tarpeensa automatiikallaan, jolloin takaisku-, sulkuventtiilit ja
imusuojat ovat itse laitteessa. Lämminhaudealtaissa on lisäksi elektroninen ylikuu-
menemissuoja, joka katkaisee koneen virran automaattisesti, jos se käynnistetään
ilman vettä tai jos vesi on haihtunut pois altaasta. Näihin kalusteisiin on hyvä laittaa
joustavat vesiliitosjohdot, jolloin tarjoilulinjaston osat ovat helpommin siirreltävissä
ja vesijohtojen liittäminen on helpompaa haudealtaan vesijohtoliitoksiin (37).

Astioiden pesua varten tiloihin asennetaan erilaisia astianpesukoneita, joissa on astian-
pesukorit, kaksoispumppu- ja lauhdutusjärjestelmät.

- Nämä astianpesukoneet (kuva 81) pesevät astiat puhtaiksi pienten vesiporepump-
pujen ja astianpesuaineen avulla, niiden vesijohtoliitoksissa on aina oltava myös ta-
kaisku-, sulkuventtiilit ja imusuojat takaisinimun estämiseksi. Näiden astianpesuko-
neiden kaksoispumppujärjestelmän vedenkulutus on suuri, ja vesijohtoliitokset sekä
painehäviöt ovat tavallista suuremmat (38).



Kuva 80. Lämpöhaudeallas (37)



Kuva 81. Suurkeittiön astianpesukone
pesulinjastolla (37)

Kahvioissa ei välttämättä tarvita ammattikeittiömäisiä astianpesukoneita, vaan tavalli-
sen toimiston taukotilan astianpesukoneet ja niiden venttiilisekoittimet riittävät.

Lattioiden ja muiden isojen kalusteiden pesua varten tiloissa on oltava vähintään yksi
seinäsekoittaja, lattiapesusuihku tai vaahtopesulaite letkupesimin (kuva 82). Suurkeit-

tiötilojen lattianpesusuihkukalusteissa on siivousharjan varren mallinen metalliputkivarsi ja käsiharja, joiden avulla on helppo puhdistaa ja suihkuttaa pienelle määrälle alueelle. Vaahtopesulaitteissa on lisäksi oma pesuaineannostelija ja sen annostelijan täyttösäiliöt. Tämän siivouskalusteen letkunpituus voi olla enintään 20 m, joten kaluste on hyvä aina sijoittaa keskeiselle paikalle, jotta siivouskalusteen letku yltää joka paikkaan ja keittiön puhtaanapito on helpompaa. Nämä laitteet on hyvä ripustaa erillisille telineille, jotta letkut pysyvät seinällä telineissään (37).



Kuva 82. Lattianpesusuihku vaahtopesuannostelu- ja letkupesimin (37)

Ravintoloissa, baareissa, kahvioissa ja suurkeittiöissä on usein myös erillinen siivoushuone varustettuna tasapohja-altaalla, pesukoneella ja kuivaustelineellä. Nämä siivoushuoneen vesikalusteet ovat usein samanlaisia, kuin päiväkodin siivoushoitohuoneissa eli pieni pyykinpesukone, tasapohja-allas seinäsekoittajalla ja u- tai tikasmallinen kuivausteline. Siivoushuoneen tasapohja-altaan seinäsekoittajaan voi myös liittää edellä mainitun lattianpesusuihkukalusteen, jos itse keittiötiloissa ei ole tarpeeksi seinätilaa tälle laitteelle ja siivoushuone on tarpeeksi keskeisellä paikalla.

Isoissa ravintolarakennuksissa voi olla pikapaloposteja eteistiloissa ja vesiposteja ulkoseinillä samaan tapaan kuin muissakin rakennuksissa.

Vesikalusteiden tekniset tiedot ovat liitteessä 6.

6.6 Sairaalat, terveyskeskukset, vanhusten palvelutalot, laboratoriot, hammas-hoitolat, apteekit ja optikkoliikkeet

Näissä rakennuksissa suositetaan enimmäkseen vesikalusteita, jotka kestävät kovaa kulu-tusta ja helpottavat kaikkien asiakkaiden peseytymistä.

Julkiset ja henkilökunnan tilat WC-tilat:

- WC-istuimissa on korkea istuinkorkeus ja yksitoimiset huuhtelunapit, jotta kaikkien asiakkaiden olisi helppo nousta ylös istuimesta.
- WC-istuimen vieressä on yleensä pieni pesuallas käsisuihkullisella hanalla.
- Muissa pesualtaissa on joko tavallinen yksiotehana tai liiketunnistimella varustettu hana.

Potilashoito- ja tutkimushuonetilat:

- Pesualtasiin asennetaan pitkä lenkkivipuhana, jolloin hanan vivun voi helposti avata käsivarren töytäisemänä.

Potilashoito- ja tutkimushuonetilojen WC-tilat:

- WC-istuimissa on korkea istuinkorkeus, yksitoimiset huuhtelunapit ja kyynärtuet, joiden avulla asiakkaan on helppo nousta ylös istuimelta.
- Yleispesualtasiin asennetaan tavallinen yksiotehana tai kosketusvapaa hana kä-sisuihkulla tai ilman käsisuihkua, jos WC-istuin on liian kaukana altaasta.
- WC-istuimen viereen kyynärtukeen tai seinälle voidaan asentaa pieni pesuallas kä-sisuihkullisella hanalla yleispesualtaan lisäksi, jos yleispesuallas on kaukana WC-istuimesta.

Vanhusten palvelutalon ja invalidien WC- ja kylpyhuonetilat:

- WC-istuimen molemmin puolin on erilliset kyynärtuet ja toisessa kyynärtuessa tai seinällä on pieni pesuallas käsisuihkullisella hanalla.
- Pesualtaissa käsituelliset kaiteet ja yksiotehanat, joista asiakkaan on helppo ottaa kiinni. Näissä pesuallashanoissa on myös joustavat kytkennät, jotta hanan vesijoh-tojen asentaminen on helpompaa pesualtaan korkeudesta riippumatta. (Kuva 83.)



Kuva 83. Vanhusten palvelutalon kylpyhuonetila (42)

- Suihkuissa on termostaattinen suihkuhana varustettuna kiinteällä yläsuihkulla ja käsisuihkulla.
- Pesuistuimia ja suihkuistuimia, jotka helpottavat asiakkaiden pesulla käymistä.

Vanhusten palvelutalojen asuntojen kylpyhuoneet:

- WC-istuimissa on korkea istuinkorkeus ja yksitoimiset huuhtelunapit.
- Pesualtaat käsituellisilla kaiteilla, joista asiakkaan on helppo ottaa kiinni. Näissä pesuallashanoissa on usein myös joustavat kytkennät, jotta hanan vesijohtojen asentaminen on helpompaa pesualtaan korkeudesta riippumatta.
- Suihkusekoitin varustetaan kiinteällä yläsuihkulla, käsisuihkulla ja termostaattisella suihkuhanalla, ja sen alle sijoitetaan suihkuistuin.
- Tilaan asennetaan tikasmallinen kuivausteline ja pesukoneventtiili.

Hammaslääkärien hoitotilat:

- Hammashoitotuolit tarvitsevat kylmävesijohtoliitoksen, johon on laitettava imusuoja, Cuno-vesisuodatin (kuva 84), sulku- ja takaiskuventtiili ennen hammashoitotuolin sisäkierräliitosta. Cuno-vesisuodattimilla poistetaan muotoutuvia ja kiinteitä epäpuhtauksia vedestä, jotta saavutetaan veden puhtaus $0,1\ \mu\text{m} - 3\ \text{mm}$. Lisäksi vesijohtoliitosputki tehdään muovi-putkesta, joten muovinen vesijohtoliitososuus on koteloitava lattiaan tai seinälle, laitettava alemman kerroksen alakattoon ja sieltä ylös hammashoitotuoliin tai sitten sen voi pujottaa lattiarakenteen kautta hammashoitotuoliin (50).



Kuva 84. Cuno-vesisuodatinpatruuna (50)

Vanhusten palvelutalojen asuntojen keittiötilat:

Keittiössä kannattaa huomioida vanhusten pituus ja liikkumisvaikeudet, jolloin kaikkien astioiden ja astianpesukoneen tulisi olla käsien ulottuvilla.

- Astianpesuallas varustetaan kääntyvällä ja korkealla juoksuputkihanalla sekä automaattisella astianpesukoneventtiilillä, jolloin venttiili sulkeutuu itsestään pesukoneen ohjelman loppuessa.

Näiden kaikkien rakennuksien eteis-, käytävä-, huoltotilat ja siivouskeskukset:

- Saappaiden pesua varten on hyvä olla tasoallas seinäsekoittajalla lattiapesuletkuin tai pelkästään seinäsekoittaja lattiapesuletkuin ilman allasta.
- Siivouskeskuksissa on tasoaltaan lisäksi yleensä pieni U-mallinen kuivausteline ja pyykinpesukonehana.
- Eteis-, käytävä- ja huoltotiloihin laitetaan pikapaloposteja 20 m:n välein määräyksen mukaan.

Apteekkien ja optikkoliikkeiden tutkimustilat, keittiö ja taukotilat:

- Astianpesualtaaseen on hyvä laittaa yksi-otehana kääntyvällä ja korkealla juoksuputkella sekä astianpesukone-venttiilillä.
- Astianpesupöytien yhteydessä on usein sekoittimella varustettu laboratorioallas, jossa on erilliset käsin ohjattavat vivut kylmälle ja kuumalle vedelle.
- Apteekkien tutkimustiloissa voi olla vetokaapin sisälle asennettuja laboratorioaltaita hanojen kanssa (kuva 85).



Kuva 85. Apteekin tutkimustilan vetokaappi laboratorioaltaan ja hanan kanssa (51)

Sairaaloiden, terveyskeskuksien, hammashoitoloiden, laboratorioiden ja vanhusten palvelutalojen henkilökunnan keittiö- ja taukotilat:

- Astianpesualtaaseen asennetaan yksiotehana kääntyvällä ja korkealla juoksuputkella sekä astianpesukoneventtiili.
- Tiloissa on usein myös kahvinkeitin tai kahviautomaatti vesijohtoliitoksineen. Näiden vesijohtoliitoksiin pitää asentaa takaisku- ja sulkuventtiilit, jotka estävät kahvinkeitin mahdollisen takaisinimumahdollisuuden ja ylimääräisen veden tulon.

Kodinhoitohuoneet:

- Muutama pyykinpesukonehana erillisillä sekoitusventtiileillä tai pyykinpesukonelii-tokset asennetaan samaan tapaan kuin asuntojen talopesulan pesukoneisiin, riippuen siitä, kuinka tehokkaita pesukoneita tilaaja haluaa kyseiseen rakennukseen asennettavaksi.
- Näiden pyykinpesukoneiden lisäksi huoneeseen tulee pesupöytä yksiotehanalla tai tasoallas seinäsekoittajalla letkuliitinmahdollisuksineen, mikä mahdollistaa lattian pesun märkätilassa ja vaatteiden käsin pesun.
- Tikasmallinen iso kuivausteline on tarpeellinen vesikaluste pienten vaatteiden kuivausta varten.

Sairaalat, terveyskeskukset, hammashoitolat ja vanhusten palvelutalot

Huuhteluhuoneet:

- Pesupöydässä on hyvä olla joustavat kytkentäputket hanaan ja hanassa kääntyvä ulosvedettävä juoksuputki/huuhdin, jolla on helppo pestä sairaalavälineitä ja siivota kaatoklosetin ylimääräiset liat pois.
- Kaatoklosetti (kuva 86) on kaappitasoallas jalkakäyttöisellä pullo- ja pohjasuihkulla, jossa huuhdellaan sairaala-astioiden jätteet ja liat pois käytetyistä astioista. Näiden suihkusekoitin liitoksiin kuluu vakiovarusteina imusuojat, takaisku- ja sulkuventtiilit.

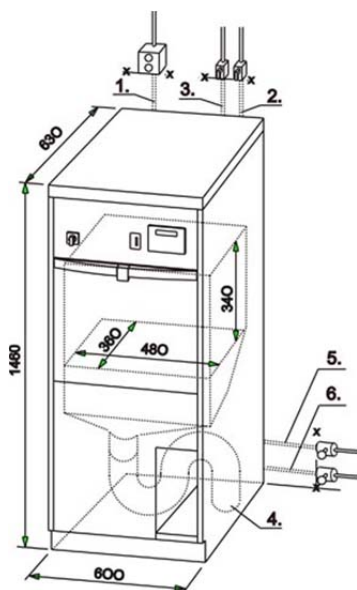


Kuva 86. Kaatoklosetti (44)

- Näiden altaiden lisäksi asennetaan instrumenttien, sairaalakalusteiden ja näytepullojen desinfioiva huuhtelulaite, esim. Franke Deko 190 tai D32 (kuva 87) (44). Huuhtelulaite on astianpesukoneen tapaan laite, joka pesee sairaala-astiat puhtaiksi huuhteluohjelman ja kuivattaa astiat lämpödesinfiointihöyryllä. Nämä laitteet puhdistavat astiat käyttämällä hyväksi kiertovesitekniikkaa ja sisään rakennettua vesisäiliötä sekä vesipumppua. Deko D32 -huuhtelulaitteeseen on lisätty viivakoodin- ja muistikortinlukija sekä tietokone ja tulostin, jolloin se voi laskea koneessa olevien astioiden määrän ja sillä voidaan seurata pesuohjelman kulkua. (44)

Välinehuoltotilat:

- Autoklaavi (kuva 88) soveltuu parhaiten kirurgiavälineiden sterilointiin, huoltoon ja pesuun. Laite steriloi erilaisten pesuohjelmien, tyhjiöpumpun ja sterilointihöyryn avulla. (46)
- Instrumenttien, sairaalakalusteiden ja näytepullojen desinfioiva huuhtelulaite (esim. Franke Deko 25, 260, 2000 ja D32 (44)) on hyvä sijoittaa myös tähän huoneeseen kirurgin, laborantin ja anestesian hoitovälineiden pesua varten.



1. Sähkö 400V 3N 50Hz
2. Kylmä vesi R1/2"
3. Lämmin vesi R1/2"
4. Viemäri lattia 110mm
5. Höyry R1/2"
6. Lauhde R1/2"
7. Viemäri seinä 110mm



Kuva 88. Pöytämallinen autoklaavi (46)



Kuva 87. Deko 190V tekniset liitososat (44)

Kuva 89. Soluskooppilaite (44)

- Sairaalan tähystyslaitteiden eli skooppien pesuun on hyvä käyttää erityistä soluskooppipesukonetta (kuva 89), esim. Franke Soluscope 3 (44).
- Pesupöydän hanaan tulee joustavat kytkentäputket ja hanassa on kääntyvä ulosvedettävä juoksuputki/huuhdin, niin kuin edellä mainitussa huuhteluhuoneessa.

Näissä tiloissa voi olla hätäsuihku, silmäsuihku tai vartalosuihku, jos tilaaja katsoo sen turvallisuusriskien vallitessa tarpeelliseksi.

Näiden tilojen vesikalusteiden tekniset tiedot ovat liitteessä 7.

6.7 Teollisuusrakennukset ja autopesulat

Teollisuusrakennuksien WC-tilojen vesikalusteiden on hyvä olla kestävää laatua ja sellaisia vesikalusteita, joita on helppo pitää puhtaana. Seuraavassa luetelmassa esittelen näiden tilojen vesikalusteita ja muutamia havaintoja näistä vesikalusteista.

- WC-istuimet ovat normaalikorkeudella ja piiloviemärillä sekä yksitoimisilla huuhtelunapeilla.
- WC-istuimen vieressä olevat pesualtaat ovat yksiotehanoja bideellä.
- Muut yleispesualtaat ovat yksiotehanalla ilman bideetä.
- Lisäksi tiloissa voi olla teräksinen urinaali yksitoimisella huuhtelunapilla.

Käytävien ja eteistiloissa on paljon tasoaltaita, vesiposteja ja palovesiposteja.

- Tasoaltaisiin asennetaan seinälle yksiotehana letkuliitännöin käsien ja erilaisten tavaroiden ja työkalujen pesua varten.
- Tasoaltaan lisäksi voi olla myös tavallisia pesualtaita yksiotehanoilla rivissä ilman bideetä, jotta mahdollisimman moni voisi pestä kätensä samanaikaisesti.
- Lattioiden ja autojen pesua varten tiloihin asennetaan isoja palovesiposteja ja vesiposteja sulkuventtiilein ja letkuliitännöin (kuva 90). Vesiposteja on hyvä olla n. 20–30 m:n välein ja palovesiposteja n. 60–70 m:n välein. Näiden vesipostien kytkentäjohtoihin on asennettava takaisku- ja sulkuventtiilit takaisinimumahdollisuuden estämiseksi.



Kuva 90. Vesipostiventtiili (45)

Teollisuusrakennuksien taukotilat:

- Astianpesualtaaseen laitetaan yleensä yksiotehana kääntyvällä ja korkealla juoksuputkella sekä astianpesukoneventtiilillä.
- Lisäksi tilassa voi olla juoma-automaatti tai kahvinkeitin samaan tapaan kuin toimiston taukotoiloissa.

Huolto- ja mittaustilojen vesikalusteet:

- Mittaustilassa tasoaltaassa on yksiotehana kuraharjoin, koska kuraharjalla on helppo pestä mittausvälineitä.
- Työtiloihin, joissa käsitellään vaarallisia aineita tai kuumia laitteita tai kalusteita, asennetaan hätäsuihkuja vartalo- ja silmäsuihkuin turvallisuuden vuoksi.
- Tasoaltaiden yhteydessä voi olla laboratorioallas sekoittimella, jossa on erilliset käsin ohjattavat sulkuventtiilit kylmälle ja kuumalle vedelle.
- Lisäksi tutkimustiloissa voi olla vetokaappiin sisälle asennettuja laboratorioaltaita hanojen kanssa.
- Näiden vesikalusteiden lisäksi voi olla seinäsekoittajia ilman tasoallasta ja muita erilaisia vesiposteja letkuliitäntähanoihin ja painepesurilaitteita. Näihin kaikkiin vesiposteihin ja painepesurilaitteiden kytkentäjohtoihin on asennettava takaisku- ja sulkuventtiilit sekä mahdollisesti imusuojat, jos tilassa käsitellään vaarallisia kemikaaleja tai kaasuja.
- Jätevedenpuhdistamoissa on polymeerin ja ferrotilojen valmistuspesulinjojen vesisuihkuja, jotka liitetään tekniseen vesijohtoverkostoon, jolloin talousvesijohtoverkostosta kerätään vettä niin sanottuun katkaistun vesiaseman vesisäiliöön, josta pumpataan vettä teknisen vesijohtoverkoston pesulinjoille.

Autopesuloissa on myös vaahtopesulaitteita, painepesureita ja märkäimureita autojen pesua varten.

- Painepesurilaitteessa on letkupesin ja paineilmajohtokytkennät, jonka letkupesimen päästä suihkuu vettä sopivalla paineella.
- Vaahtopesulaitteessa on letkupesin siivousharjaksin (kuva 91), ja se pesee autoja erilaisten pesuohjelmien ja saippua-annostelijan avulla. Näiden pesulaitteiden kytkentä-johtoihin on asennettava takaisku- ja sulku-venttiilit sekä mahdollisesti imusuojat
- Autopesuloiden pesulinjojen vesisuihkut liitetään tekniseen vesijohtoverkostoon, jolloin talousvesijohtoverkostosta kerätään vettä niin sanottuun katkaistun vesiaseman vesisäiliöön, josta pumpataan vettä teknisen vesijohtoverkoston pesulinjoille.



Kuva 91. Auton vaahtopesulaite siivousharjaksin.

Näiden tilojen vesikalusteiden tekniset tiedot ovat liitteessä 8.

7 Tonttivesijohdon ja painevesisäiliön mitoittaminen

7.1 Tonttivesijohdon mitoittaminen

Aikaisemmin kerrottiin, että jokaiseen kiinteistöön tulee vähintään yksi tonttivesijohto kunnan vesijohtoverkostosta ja siihen on liitettävä vesimittari, takaiskuventtiilit ja paineenalennusventtiili tai paineenkorotusasema. Tonttivesijohdon liitokset rakennuksen ja kunnan vesijohtoverkoston välillä tulee merkitä asemapiirustukseen katkoviivalla, koska tämä tonttivesijohto kulkee maan pinnan alla. Maan alla tonttivesijohdon putkimateriaali on PELM-muoviputkea, ja kun tonttivesijohto tulee rakennuksen sisäpuolelle, sen putkimateriaalin olisi hyvä vaihtua muovista vähintään n. 150 mm:n korkeudella lattiasta ruostumattomaan teräkseen tai kupariin. Tämän putkimateriaalivaihdon jälkeen vesijohtoon liitetään edellä mainitut varusteet, kuten sulkuventtiili, vesimittari, takaiskuventtiili ja paineenalennusventtiili tai paineenkorotusasema. Tästä tonttivesijohto-osuudesta on merkittävä asemapiirustukseen vähintään sen vesimittari kyseisen rakennuksen sisäpuolella, jotta tonttivesijohdon osuus erottuu muista rakennuksien välisistä vesijohdoista ja muiden LVI-järjestelmien johto-osuuksista.

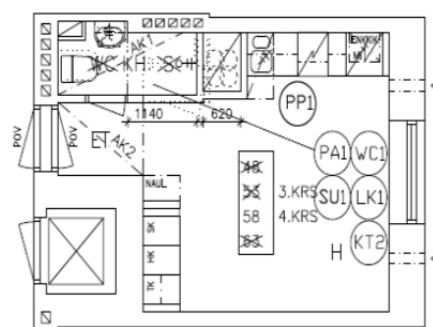
Tonttivesijohdon putkikoon, virtaamaan ja painehäviön määrittäminen on tehtävä alussa arvioitavasti ja myöhemmin tarkennettava luvut kaikkien vesijohto-osuuksien mitoituksen jälkeen. Tonttivesijohdon putkikoko määritellään kyseisen kohteen vesijohtoverkoston ja siihen liittyvien vesikalusteiden normivirtaama summan (Q) sekä siitä saatavan mitoitusvirtaaman (q_m) ja painehäviön (Δp) avulla. Mitä isompi on normivirtaamasumma ja siitä määritelty mitoitusvirtaama, sitä suurempi on tonttivesijohdon putkikoko ja sen painehäviö. Normivirtaaman arvot koostuvat liitteiden 2–8 vesikalustetaulukoiden normivirtaamasummista (q_v). Näin ollen tonttivesijohdon putkikoko vaihtelee normivirtaamasumman ja siitä saatavan mitoitusvirtaaman sekä painehäviön mukaan riippuen siitä, minkälainen kohde on kyseessä ja mitä vesikalusteita on sen rakennuksen vesijohtoverkoston liitettävissä.

Yhden asunnon kylpyhuoneen vesikalusteisiin kuuluu yleensä yksi WC-istuin, pesuallas, suihkusekoitin tai ammesekoitin ja pesukone (KPH1). Asuntojen keittiön vesikalusteisiin kuuluu yleensä yksi astianpesupöydänhana astianpesukoneliitännöillä tai astianpesukonehana ja astianpesu-koneventtiili liitettynä kylmään tai lämpimään vesijohtoon (K1). Tällaiset vesikalusteelliset huoneet ja näiden huoneiden yhdistelmät ovat yleisempiä tavallisissa asunnoissa (kuva 92). Näiden vesikalustetilojen normivirtaama summat esitetään liitteessä 10.

Joskus asuntojen kylpyhuonetilat (KPH2) ovat kuitenkin niin pieniä, ettei niihin enää mahdu pesukonetta, jolloin kylpyhuoneen pesukone voidaan sijoittaa keittiöön (K2) tai erilliseen kodinhoitohuoneeseen (KHH). Jotkut kerrostalon asunnot voidaan jättää jopa ilman pesukonetta, jos rakennuksessa riittävän iso talopesula (TPS) (kuva 93).

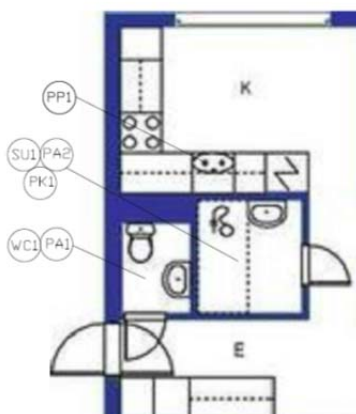


Kuva 92. Tavallisimmat vesikalustetilat kylpyhuoneessa ja keittiössä



Kuva 93. Pieni kylpyhuonetila ilman pesukonetta

Joissakin asunnoissa ja pienissä toimistoissa on WC-tila (WP1) ja suihkuhuone (SH1) erikseen. Tämän WC-tilan (WP1) vesikalusteisiin kuuluu yleensä vähintään yksi WC-istuin ja pesuallas, ja suihkuhuoneen (SH1) vesikalusteisiin kuuluu vähintään yksi suihkusekoitin tai ammesekoitin, tasoallas tai pesuallas ja pesukoneventtiili tarvittaessa (kuva 94). Isoissa (yli 60 m²) asunnoissa voi olla myös tällainen pieni WC-tila (WP1) kylpyhuoneen (KPH1) lisäksi.



Kuva 94. WC- ja suihkutilat erillään

Omakotitaloissa ja joissakin rivitalojen ja kerrostalojen asunnoissa on taas yhden kylpyhuoneen sijasta saunatilan pesuhuone (PH1) ja pieni WC-tila (WP2) erikseen. Tämän WC-tilan (WP2) vesikalusteisiin kuuluu yksi WC-istuin, pesuallas ja pesukone. Toisena vaihtoehtona asunnon pesukone voi olla sijoitettuna keittiöön (K2), ja tällöin WC-tilaan (WP1) jää vain WC-istuin ja pesuallas (kuva 95).

Asuinkerrostalojen tai omakotitalojen saunatilojen pesuhuoneiden (PH1) vesikalusteisiin kuuluu suihkusekoitin tai ammesekoitin ja seinäsekoitin tai tasoallas. Pienemmissä asunnoissa sauna voi olla myös kylpyhuonetilojen (KPH1; KPH2) yhteydessä, jolloin kaikki tarvittavat vesikalusteet ovat yhdessä huoneessa. Isompiin asuntojen ja omakotitalojen pesuhuoneissa (PH2) voi olla jopa kaksi suihkusekoitinta tai yksi suihkusekoitin ja yksi ammesekoitin. Näin ollen asunnoissa voi olla monenlaisia vesikalustetilayhdistelmiä. Yleisempien asuinrakennuksien asuntojen vesikalustetilayhdistelmät ja niiden normivirtaamien summavaihtoehdot (AS1–AS7) esitetään liitteessä 12.

Kaikissa asuinrakennuksissa on myös IV-konehuoneita ja lämmönjakohuoneita erillään muista märkätiloista. Asuinkerrostalossa IV-konehuone (LVI-KH) sijaitsee yleensä ylimmässä kerroksessa ja lämmönjakohuone alimmassa kerroksessa. Asuinrivitalossa lämmönjakohuone (LVI-KH) sijaitsee yleensä muissa erillisissä tiloissa, kuten ulkovarastossa tai piharakennuksessa, jonne vain huoltomies pääsee lukollisen ulko-oven kautta. Omakotitalossa IV-konehuone sijaitsee erillisessä ulkovarastossa, joka on yhteydessä muihin huoneisiin tai sen huoneen vesikalusteet ovat sijoitettu kodinhoitohuoneeseen.

Tämän jälkeen yhdistetään näiden eri vesikalustetilat huonejaon ja huoneiden vesikalusteiden mukaan ja saadaan laskettua yhteen omakotitalon normivirtaamasumma, jonka eri vaihtoehdot esitetään liitteessä 11.

Omakotitalojen tonttivesijohdon lopulliseksi normivirtaaman summaksi saadaan Liitteessä 10 vaihtoehtojen OMK1–OMK4 mukaan:

OMK1 – OMK4

Kylmän veden normivirtaamasumma

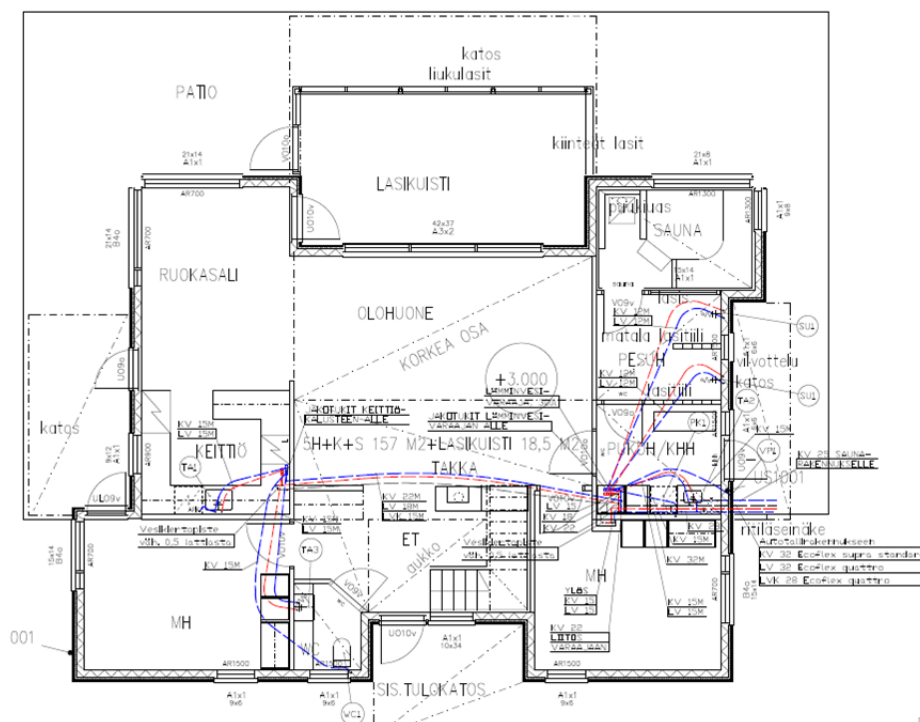
Q (KV): (1,0...2,4) l/s

Lämpimän veden normivirtaamasumma

Q (LV): (0,7...2,0) l/s

Kylmän ja lämpimän veden normivirtaaman summa

Q(KV + LV) = (1,7...4,4) l/s



Kuva 95. Omakotitalon vesikalustetilojen jaottelu

Näin ollen lopullinen yhteenlaskettu vesikalusteiden normivirtaamasumma on suunnitteen tiedossa. Tämän jälkeen katsotaan suurimman normivirtaaman summan antama vesijohtoverkostoon liittyvän vesikalusteen normivirtaamasumma (q_n), joka on yleensä asunnoissa amme- tai suihkusekoittimen normivirtaaman summa. Sen jälkeen voidaan määrittää tonttivesijohdon mitoitusvirtaama (q_m) vesikalusteen suurimman normivirtaamasumman (q_n on (0,1–0,4) l/s) ja vesikalusteiden yhteenlasketun normivirtaaman summan (Q (KV+LV)) perusteella, joiden taulukkomitoitusarvot esitetään liitteessä 13 (7, liite 2; taulukko 2, s. 37; 29, s. 15).

OMK1 – OMK4

Omakotitalojen 1 ja 2 normivirtaamasumma on Q_{12} (KV + LV) = (1,7...3,2) l/s,

jolloin mitoitusvirtaama on $q_{m1} = (0,43...0,54)$ l/s, kun q_n on 0,2 l/s

Omakotitalojen 3 ja 4 normivirtaamasumma on Q_{34} (KV + LV) = (1,8...4,4) l/s,

jolloin mitoitusvirtaama on $q_{m2} = (0,53...0,71)$ l/s, kun q_n on 0,3 l/s

Mitoitusvirtaaman määrittämisen jälkeen määritetään tonttivesijohdon putkikoko vesijohtosuunnittelu- ja asennusputkiesitteiden kuvien tai käyrästäjien mukaan riippuen siitä, mitä putkimateriaalia käytetään (29, s. 16; 7, liite 2, s. 41, kuva 4; 8, s. 174, kuva 97) kohteen vesijohtoverkostossa ennen tonttivesijohdon liitosta kaupungin vesijohtoverkoon. Vesimittaria ja sen sulkuventtiiliryhmiä ei voida asentaa muoviputkeen, joten ne pitää asentaa kupari- tai teräsputkeen. Tämän putken pituus pitää olla vähintään 2 m, mikä on otettava mukaan kaikissa laskelmissa. Kylmän veden virtaamanopeus (v) saa olla enintään 2 m/s ja suositeltu painehäviön (R) alue on 0,5–5 kPa/m, mutta kun mitoitusvirtaama on pieni, painehäviö voi jäädä alle suositellun alueen (liite 14) (7; 29.).

OMK1 – OMK4

$q_{m1} = 0,43 \dots 0,54$ (l/s), kun q_n on 0,2 l/s

→ Saadaan putkikoko: DN 28, $v = (0,8 - 1,0)$ m/s, $R = (0,5 - 0,8)$ kPa/m (kupariputki)

→ Saadaan putkikoko: DN 28, $v = (1,4 - 1,6)$ m/s, $R = (1,1 - 1,6)$ kPa/m (muoviputki)

$q_{m2} = 0,53 \dots 0,71$ (l/s), kun q_n on 0,3 l/s

→ Saadaan putkikoko: DN 28, $v = (1,0 - 1,3)$ m/s, $R = (0,7 - 1,2)$ kPa/m (kupariputki)

→ Saadaan putkikoko: DN 32, $v = (1,2 - 1,7)$ m/s, $R = (0,9 - 1,4)$ kPa/m (muoviputki)

q_{m1} ja q_{m2} ovat mitoitusvirtaamia

q_n on vesikalusteiden suurin normivirtaaman summa

v on virtaamanopeus

R n painehäviö/pituus.

Asuinkerrostalojen alimmassa tai ylimmässä kerroksessa sekä asuinrivitalon muissa erillisissä tiloissa on usein talonyhtiön saunatilat pesu- ja WC-tiloineen sekä siivoushuoneita ja talopesulatioja, joiden normivirtaamasummat on esitetty liitteessä 12.

Tämän jälkeen summataan yhteen huoneistojen vesikalustetilat huonejaon mukaan ja saadaan laskettua asuinkerros tai -rivitalon tonttivesijohdon lopulliset normivirtaumasummien vaihtoehdot. Esimerkiksi lasketaan yhteen AS1–AS7 (liite 12.) asuntojen normivirtaaman summat ja siihen lisätään talonyhtiönsaunatilojen pesuhuoneiden sekä IV-kone-, lämmönjakohuoneen ja talopesulan normivirtaumasummat. Tämä laskelma-esimerkki esitetään liitteessä 12.

Tämän jälkeen määritetään tonttivesijohdon mitoitusvirtaama ja putkikoko edellä mainittujen ohjeiden mukaan:

Asuinrakennuksen normivirtaumasumma on $Q(KV+LV) = (26,4 \dots 35,4) \text{ l/s}$.

jolloin saadaan seuraavat mitoitusvirtaamat:

$q_{m1} = 1,50 \dots 1,73 \text{ (l/s)}$, kun q_n on $0,2 \text{ l/s}$

Valitaan putkikoko: DN 42, $v = (1,2 - 1,4) \text{ m/s}$, $R = (0,7 - 0,8) \text{ kPa/m}$

$q_{m2} = 1,60 \dots 1,83 \text{ (l/s)}$, kun q_n on $0,3 \text{ l/s}$

Valitaan putkikoko: DN 42, $v = (1,4 - 1,6) \text{ m/s}$, $R = (0,8 - 1,0) \text{ kPa/m}$

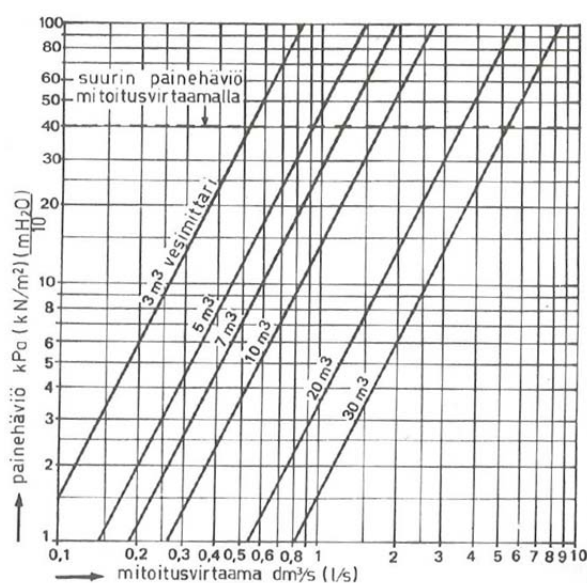
v on virtaamanopeus

R on painehäviö/pituus

Muiden kohderyhmärakennusten vesikalustetilojen normivirtaumasummat lasketaan yhteen vesikalusteiden normivirtaumasummien mukaan samalla tavalla kuin asuinrakennuksien vesikalustetilojen normivirtaumasummat. Tämän jälkeen lasketaan yhteen eri vesikalustetilojen normivirtaaman summat ja määritetään tonttivesijohdon mitoitusvirtaama, putkikoko ja painehäviö.

Tonttivesijohdon putkikoon, mitoitusvirtaaman ja painehäviön määrittelyn jälkeen ratkaistaan, tarvitaanko kohteeseen paineenalennusta, painevesisäiliötä tai paineenkorotusta. Tämän asian ratkaisemiseksi on selvitettävä, onko rakennuksen käyttötapojen mukaan tarvetta painevesisäiliölle ja mikä on vesijohtoverkoston paine ($\Delta p_{\text{verkosto}}$) vesimittarin jälkeen. Vesijohtoverkoston paineen määrittämiseen tarvitaan tieto tonttivesijohdon lähtöpainetaso (p_0) arvosta, jota voidaan kysyä kunnan tai kaupungin vesilaitokselta. Tämän luvun avulla voidaan selvittää merenpinnan ja rakennuksen vesimittarin välinen korkeusero (Δp_h). Rakennuksen vesimittarin lähtökorkeus (p_h) määritetään kyseisen rakennuksen vesimittari- tai lämmönjakohuoneen lattian korkeuden mukaan, mihin lisätään vielä vesimittarin ja lattian välinen korkeusero, joka on $0,5 \text{ m}$. Tämän jälkeen voidaan laskea merenpinnan ja rakennuksen vesimittarin välinen korkeusero.

Tämän korkeuseron lisäksi on selvitettävä vielä tonttivesijohdon kokonaispainehäviö ja vesimittarin painehäviö. Tonttivesijohdon kokonaispainehäviö (Δp_T) on yhtä kuin tonttivesijohdon pituus (L) kertaa tonttivesijohdon painehäviö jaettuna pituus (R). Vesimittarin painehäviö (p_{VM}) saadaan määriteltä (8, RVV-kirja, kuva 13, s. 42) kuvan 95 ja tonttivesijohdon mitoitusvirtaaman (q_m) avulla. Kun vesimittarin mitoitusvirtaama on 1,0 l/s, on sen painehäviö (p_{VM}) 15 kPa katsottuna 10 m³ tilavuusviivan kohdalta (kuva 96.), jolloin painehäviö on reilusti alle 40 kPa.



Kuva 13. Ohjearvoja vesimittarin painehäviölle

Kuva 96. Vesimittarin painehäviö käyrästä (7 s. 42).

Asuinkerrostalon vesijohtoverkoston käytettävissä oleva paine ($\Delta p_{\text{verkosto}}$) on oltava aina yli 250 kPa, jos painehäviö jää alle 250 kPa:in, on rakennukseen asennettava paineenkorotusasema vesimittarin jälkeen. Jos tämän vesijohtoverkoston painehäviö tulee olemaan taas yli 400 kPa, on vesijohtoon asennettava paineenalennusventtiili veden säästämisen takia. Tämän takia liitteen 12 esimerkikohteeseen 12.1 on asennettava paineenalennusventtiili vesimittarin jälkeen, ylimääräisen veden kulutuksen vähentämiseksi. Seuraavassa kappaleessa esitän, milloin rakennuksen käyttöperiaatteen, ympäristön tai muodon mukaan on tarvetta painevesisäiliölle ja miten painevesisäiliö ja paineenkorotusasema mitoitetaan ja asennetaan.

7.2 Paineveisisäiliön mitoittaminen

Paineveisisäiliö on kalvopaisunta-astian tyylinen varavesisäiliö, joka on asennettava kaikkiin rakennuksiin, joissa tulee esiin seuraavat tarpeet sen asentamiselle.

1. Ympäristövaatimusten mukaan haja-asutusalueen rakennuksiin, joiden talous-vesijohtoverkostoihin vesi tulee pohjavesikaivosta, on aina asennettava paine-veisisäiliö, joka varastoi vettä ja helpottaa tarpeellista vedensaintia talous-vesijohtoverkostosta. Tällaisia rakennuksia ovat yleensä omakotitalot ja kesämökit, joiden päävesijohdon mitoitusvirtaama voi olla suurimmillaan (q_m) 1,0 l/s.
2. Käyttötapojen mukaan paineveisisäiliö on hyvä asentaa sairaala-, teollisuus- ja uimahallirakennuksiin sekä muihin rakennuksiin, joiden on otettava huomioon asiakkaiden turvallisuus hätätilanteessa. Tällaisten rakennuksien tonttivesijohdon mitoitusvirtaama voi olla suurimmillaan (q_m) 5,0 l/s.
3. Paineenkorotusasemaa tarvitsevat rakennukset, jotka sijaitsevat korkean kukkulan laella, tai ovat yli 10-kerroksisia rakennuksia tai ovat yli 500 asunnon, potilashuoneen tai liikehuoneiston rakennuksia. Näiden rakennuksien paineenkorotusasemaan kuuluu asentaa aina paineveisisäiliö eli paineentasaussäiliö, korottamaan tarpeellista vedenmäärää vesijohtoverkostossa. Tällaisia rakennuksia voivat olla asuinkerrostalot, hotellit, virastot, sairaalat ja kauppakeskukset, joiden päävesijohdon mitoitusvirtaama on yleensä (q_m) (3,0–5,0) l/s.

Ympäristön ja rakennuksen asiakkaiden käyttötapojen tarpeiden mukaisen paine-veisisäiliön tilavuuden (V_{PA}) määrittämiseksi on arvioitava ensin, kuinka kauan tai monelle päivälle veden on riitettävä tarpeen tullen. Yleisesti käytetään 5 päivän marginaaliaikaa (t_m), joka on 120 tuntia. Haja-asutusalueen rakennuksien vesikalusteista saatavan vedenpaineen arvo on pienempi kuin sairaaloissa tai muissa rakennuksissa, mikä pitää ottaa huomioon laskelmissa. Rakennuksen muodon ja koon mukaisen paine-veisisäiliön tilavuuden määrittämiseksi on otettava huomioon myös rakennuksen paineenkorotuksen oma painehäviö, joka on n. 25 kPa (P_{asema}), sekä rakennuksen korkeuden mukainen painehäviöero. Lisäksi rakennuksiin on hyvä valita n. 10 % suurempi paineveisisäiliö, kuin liitteen 15 laskelmat sallivat, koska tällä tavalla pystytään vähentämään laskuvirheiden mahdollisuutta.

7.3 Paineenkorotusasema

Paineenkorotusasema on lisättävä rakennukseen, jos sen rakennuksen vedenkäyttö tulee olemaan suuri verrattuna siihen, mitä kunnan verkosto pystyy antamaan siinä paikassa. Näin ollen rakennuksen koko ja korkeus sekä sen sijainti vaikuttavat yleisesti veden saantiin ja sen painetasoon. Aikaisemmin on todettu, että kaikki yli kymmenkerroksiset ja yli 500 asunnon, potilashuoneen tai liikehuoneiston rakennukset tarvitsevat aina paineenkorotusasemaa. Tämän lisäksi rakennuksen sijainti vaikuttaa aina saatavan veden painetasoon riippuen siitä, mikä on kaupungin- tai kunnanvesijohtoverkoston vedenpainetaso kyseisen rakennuksen läheisyydessä. Näin ollen, jos rakennuksen tarvittavan veden paineentaso ylittää kaupungin tai kunnanvesijohtoverkoston paineen tason, on tähän rakennukseen aina laitettava paineenkorotusasema.

Paineenkorotustarpeen määrittämiseksi on arvioitava rakennuksen vesijohtoverkoston pisimmän kylmän ja lämpimän vesijohto-osuuden painehäviön arvot lämmönsiirtimestä lähtien kauimpaan vesikalusteeseen asti. Nämä vesijohto-osuudet on jaettava vielä pienempiin osuuksiin vesijohtojen putkikokojen ja virtaamien suhteen haarakohdasta toiseen haarakohtaan, jotta pystytään arvioimaan pisimmän vesijohdon painehäviö/pituus (R) koko johto-osuudelta. Lisäksi jokaisen pienen vesijohto-osuuden painehäviö määritellään erikseen sen putkikoon ja mitoitusvirtaaman mukaan liitteen 14 kuvien avulla ja kerrotaan putken pituudella ja kertavastuksien summalla kaavojen 2 ja 3 perusteella. Tämän jälkeen johto-osuuksien painehäviöt summataan yhteen ja saadaan lopullinen vesijohtoverkoston painehäviönarvo kaavalla 4.

Kitkapainehäviö	$p_k = R * l$	(kaava 2)
-----------------	---------------	-----------

Kertavastuksien aiheuttama paine	$p_{\zeta} = \sum \zeta * P_d$	(kaava 3)
----------------------------------	--------------------------------	-----------

Johto-osuuden painehäviö	$\Delta p_j = \sum \zeta * P_d + R * l$	(kaava 4)
--------------------------	---	-----------

p_k	on kitkapainehäviö
p_{ζ}	on kertavastuksien aiheuttama paine
l	on vesijohdon pituus
R	on painehäviö/pituus
$\sum \zeta$	on kertavastuksien summa
P_d	on dynaaminen paine.

Tämän verkoston painehäviölaskelmien jälkeen paineenkorotustarpeen määrittämiseksi on hyvä käyttää apuna verkoston vesikalusteiden antamia vedenpainearvoja, jolloin verkoston painehäviö on oltava vähintään $0,7^2$ kertaa suurempi verrattuna suurimman vesikalusteiden yhteiseen vedenpainetasoon, mutta $1,5^2$ kertaa pienempi kuin vesikalusteiden yhteinen vedenpainetaso (yhtälöt 1., 2.).

$$\Delta p_{\text{verkosto}} \geq (0,7^2 * P_{\text{vkmax}}) \quad (\text{yhtälö 1})$$

$$0,7^2 * P_{\text{vkmax}} \leq \Delta p_{\text{verkosto}} \leq 1,5^2 * P_{\text{vkmax}} \quad (\text{yhtälö 2})$$

$\Delta p_{\text{verkosto}}$ on vesijohtoverkoston painehäviö

P_{vkmax} on suurimman vesikalusteen vedenpainetaso.

Näiden yhtälöiden 1. ja 2. avulla voidaan tarkastaa painehäviöiden ja nostokorkeuden riittävyys vesijohtoverkostossa. Näin ollen jos verkoston painehäviö on vähemmän kuin $0,7^2$ kertaa suurimman vesikalusteiden yhteinen vedenpainetasoon, on verkostoon asennettava paineenkorotusasema. Tämän paineenkorotusaseman painetason tarve pitää olla siis $1,5^2$ kertaa suurempi kuin $0,7^2$ kertaa kauimmaisen vesikalusteen vedenpainearvo (yhtälö 3.).

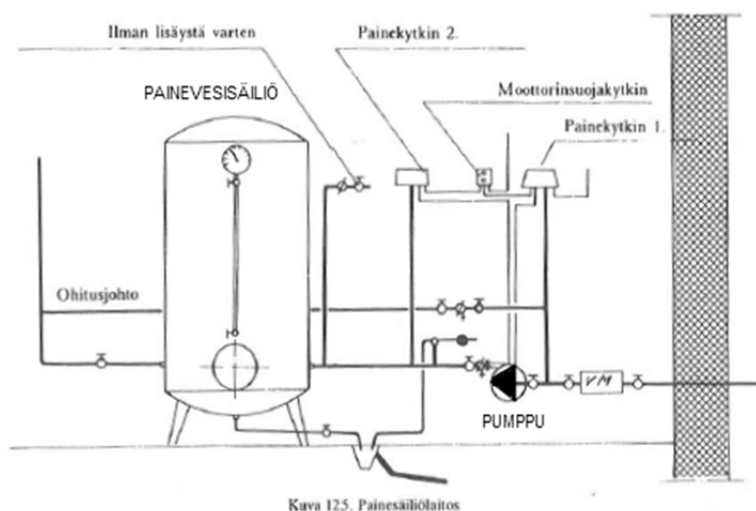
$$\Delta p_{\text{verkosto}} \leq (0,7^2 * P_{\text{vkmax}}) \rightarrow \Delta p_{\text{PA}} = 1,5^2 * (0,7^2 * P_{\text{vkmax}}) \quad (\text{yhtälö 3})$$

$\Delta p_{\text{verkosto}}$ on vesijohtoverkoston painehäviö

P_{vkmax} on suurimman vesikalusteen vedenpainetaso

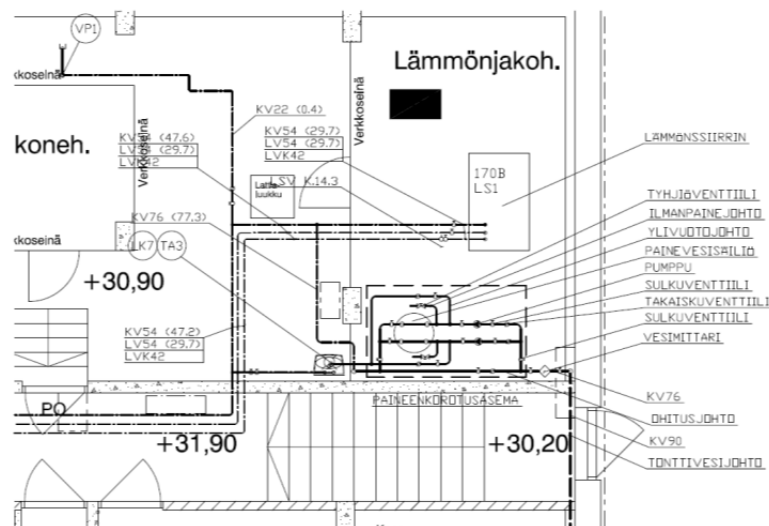
Δp_{PA} on paineenkorotusaseman painetasontarve.

Paineenkorotusasema liitetään yleensä tonttivesijohtoon vesimittarin ja sen sulkuventtiiliryhmien jälkeen ennen lämmönsiirrintä (kuva 97).



Kuva 97. Paineenkorotusaseman kytkentäesimerkki leikkauksessa (8, s. 221).

Paineenkorotusasemassa on usein kaksi tai useampia pumppuja kytkettynä rinnan tai sarjaan, jolloin yksi pumppu on aina varalla ja muut pumput toimivat optimitilanteen mukaan antaen tarpeellisen paineenkorotuksen tasaisella nopeudella. Paineenkorotusasema on aina jatkuvasäätäinen ja lisää vedenpainetasoa rakennuksen verkoston suuntaan taajuusmuuttajien käskyjen mukaan pumppujen ja painevesisäiliön veden avulla (kuva 98).



Kuva 98. Paineenkorotusaseman kytkentäesimerkki pohjapiirustuksessa.

Paineenkorotusaseman pumppu on keskipakoispumppu märkämoottorilla, ja sen nostokorkeus ja tehon suuruus on riippuvainen rakennuksen painetason riittävydestä. Pumppujen rinnankytkentä kasvattaa vesijohtoverkoston virtaamaa nostokorkeuden jätessä alkuperäiselle tasolle. Pumppujen sarjaan kytkennässä taas nostokorkeus kasvaa, ja verkoston virtaama jää alkuperäiselle tasolle. Tällöin pumppujen rinnankytkentä sopii parhaiten suuriin rakennuksiin ja sarjaan kytketyt pumput taas korkeisiin kerrostaloihin. Näiden paineenkorotuspumppujen liitosputkien koot määritellään pumppujen mitoitusvirtaamien ja painehäviöiden mukaan samalla tavalla kuin tonttivesijohdon putkikoko.

Pumpun nostokorkeus lasketaan kaavalla 5 ja 6 ja pumpun tai pumppujen hydrauliset tehot lasketaan kaavalla 7 sekä niiden hyötysuhteet kaavalla 8.

Paineenkorotusaseman pumpun nostokorkeus (H)

$$H = \frac{\Delta p}{\rho * g} = \frac{(p_{vkmax} - p_{vkmin}) + \Delta p_{tasoero} + \Delta p_{verkosto}}{\rho * g} \quad (\text{kaava 5})$$

$$H = \frac{(p_{vkmax} - p_{vkmin}) + ((h_{ylin} - h_{alin}) * \rho g) + \Delta p_{verkosto}}{\rho * g} \quad (\text{kaava 6})$$

$$P_{hyd} = \Delta p_{verkosto} * q_m \quad (\text{kaava 7})$$

$$\eta = \frac{P_{teor}}{P_{hyp}} = \frac{V_{Pa} * H}{\Delta p_{verkosto} * q_m} \quad (\text{kaava 8})$$

H	on pumpun nostokorkeus
$\Delta p_{verkosto}$	on talousvesijohtoverkostolle ja lämmönsiirtimelle varattu vedenpainetaso 250 kPa
p_{vkmax}	on vesikalusteesta saatavan veden suurin painearvo (kPa)
p_{vkmin}	on vesikalusteesta saatavan veden pienin painearvo (kPa)
$\Delta p_{tasoero}$	on ylimmän ja alimman kerroksen painetasojen erotus (kPa)
ρ	on vedentiheys 999,7 kg/m ³
g	on normaalikihtiäisyysvakio 9,81 m/s ²
h_{alin}	on alimman kerroksen korkeus (m)
h_{ylin}	on ylimmän kerroksen korkeus (m)
P_{hyd}	on pumpun hydraulinen teho (kW)
q_m	on koko verkoston mitoitusvirtaama (l/s)
η	on pumpun hyötysuhde
P_{teor}	on pumpun teoreettinen teho (kW)
V_{Pa}	on painesäiliön tilavuus (l).

Tämän lisäksi paineenkorotusasemat voidaan jakaa eri verkoston osiin eri kerroksien ja käyttöperiaatteiden mukaan, jotta vedenkulutus olisi tasaista ja painehäviöiden mahdolliset paineiskut pieniä, näin ei verkostosta aiheudu ylimääräisiä veden virtausääniä tai verkoston putket eivät syövy liian nopeasti epätasaisen veden kulutuksen takia. Tätä jaottelutapaa kannattaa käyttää, kun rakennus on yli 20-kerroksinen, ja rakennuksessa on monia eri asiakasryhmiä tai yrityksiä. Liitteessä 15 selvitetään vielä esimerkki-kohteiden vedenpainehäviölaskelmien avulla, miten paljon tietty rakennus voi tarvita paineenkorotusta ja kuinka kohteen vesijohtoverkoston painehäviöt lasketaan.

8 Lämmönsiirtimeen ja lämminvesivaraajan mitoitus

8.1 Kaukolämmönsiirtimeen talousvesijohtojärjestelmän mitoitus

Kaukolämmöntuottokeskuksessa on yleensä kolmen eri lämmitysvesiverkoston järjestelmäpakettia, joista yksi on talousvesijohtoverkoston lämmin- / lämpimän veden kiertojohdoverkosto ja toinen lämmityspatterien lämmitysvesiverkosto ja kolmantena tulee IV-patterien lämmitysvesiverkosto. Tämän lisäksi lämmönsiirrin järjestelmäpaketit jaetaan kahteen eri laitteisto-osaan kaukolämpöpuolen ensiöpuoleen ja lämmitysverkostojen toisiopuoleen. Näiden eri laitteistojen suunnittelupaineet eli suurimmat käytössä olevat paineet ovat seuraavat:

- Ensiöpuolen laitteistot 1,6 MPa
- Toisiopuolen talouslämminvesijohtoverkoston laitteet 1,0 MPa
- Toisiopuolen lämmitysverkoston laitteet 0,6 MPa.

Lämmönsiirrinpaketit on aina sijoitettava tekniseen huonetilaan, jossa on tarpeellinen ilmanvaihto ja lämmitys sekä tarpeelliset vesijohto- ja viemärointi-kalusteet esim. tasallas letkuliitin sekoittajalla ja lattiakaivo. Lisäksi lämmönmyyjällä on oikeus sijoittaa tähän huoneistoon lämmönsiirtimeen toiminnan seurantaan vaatimat järjestelmät, laitteet ja varusteet.

Kaukolämmön ensiöpuolen laitteiden verkoston suurin suunnittelulämpötila on 120 °C, jolloin niiden laitteiden ja varusteiden tulee kestää tämä korkein mahdollinen jatkuvassa käytössä olevan veden suunnittelulämpötila. Kaukolämmönmyyjän tulee toimittaa kaukolämpötehon ja -vesivirran sekä energiankulutuksen mitoitusarvot, jos ne poikkeavat mitoitusohjeiden antamista arvoista (22). Tämän lisäksi lämmönmyyjän on hyväksyttävä hänelle toimitetut mitoitusarvot ja annettava tarpeelliset muutostiedot laitteiston mitoituksen suhteen, jos toimitetut mitoitusarvot eivät ole hyväksyttävissä.

Lämmönsiirtimen lämmitystehontarpeen mitoitus arvioidaan lämmönkulutustietojen ja mittauksien perusteella. Talousveden mitoitusvirtaaman on oltava vähintään 0,3 l/s, mikä vastaa lämpötehoa 60 kW, jotta lämmönsiirtimen säätöarvot olisivat säädettävissä. Jos mitoitusvirtaama on pienempi tai veden käyttö ei ole ympärivuotista, on kannattavampaa asentaa lämminvesivaraaja. Lämmitystehontarpeen mitoitukseen vaikuttaa oleellisesti lämmönsiirrin laitteiden verkostojen lämpötila-arvot, joiden suurimmat arvot ovat taulukon 9 mukaiset mitoitusarvot. Lisäksi taulukossa on lämmönsiirtimien suurimmat sallitut painehäviöt (22).

Taulukko 9. Lämmönsiirrinpakettien suurimmat mitoituslämpötilat uudisrakennuksessa.

Lämmönsiirtimet		Talousvesi LS1				Lämmitys LS2			
Laitesuudet		ensiö		toisio		ensiö		toisio	
Putket		Tulo	Paluu	Tulo	Paluu	Tulo	Paluu	Tulo	Paluu
		L (M)	L (P)	KV	LV - LVK	L (M)	L (P)	L (M)	L (P)
Lämpötilat	°C	70	25	10	58 - 55	115	45	70	40
Painehäviö	kPa	20		50		20		20	

Talousveden lämmönsiirtimen mitoittaminen aloitetaan aina siitä, että lasketaan vesikalusteiden lämminvesiverkoston normivirtaamien summat yhteen ja määritetään mitoitusvirtaama (q_{mLV}) liitteen 13 (6, D1 liite 1; taulukko 2, s. 37) mitoitusaulukoiden arvojen ja suurimman vesikaluste normivirtaamasumman (q_n) avulla. Talousveden lämmönsiirtimen toisiopuolen virtaama on sama kuin rakennuksen vesikalusteista saatavan lämminvesijohtoverkoston mitoitusvirtaama (q_{mLV}). Tämän jälkeen voidaan laskea lämmönsiirtimen teho kaavalla 9, joka on lämminvesijohtoverkoston mitoitusvirtaama kertaa veden ominaislämpökapasiteetti kertaa veden lämpötilojen erotus. Sitten laskeaan kaavalla 10 lämmönsiirtimen ensiöpuolen virtaama, joka on lämmönsiirtimen teho jaettuna veden tiheydellä ja veden lämpötilojen erotuksella.

$$\dot{Q}_{LS} = q_{mLV} * c_p * \rho * (58 - 10) \quad (\text{kaava 9})$$

$$q_{\text{ensiö}} = \dot{Q}_{LS} / c_p / (70 - 25) \quad (\text{kaava 10})$$

\dot{Q}_{LS} on lämmönsiirtimen teho

q_{mLV} on lämpimän veden mitoitusvirtaama

ρ on vedentiheys 998,2 kg/m³

c_p on ominaislämpökapasiteetti 4,19 kJ/(kg*(°C))

$q_{\text{ensiö}}$ on lämmönsiirtimen ensiöpuolen virtaama.

Taulukossa 10 näytetään, mikä kaava tulee mihinkin kohtaan lämmönsiirrin mitoitus-
taulukossa.

Taulukko 10. Lämmönsiirtimen mitoituslaskelmat 1.

Lämmönsiirtimet		Talousvesi LS1		
Teho	kW	$\dot{Q}_{LS} = q_{mLV} * c_p * \rho * (58 - 10)$	(kaava 9)	
Laiteosuudet		ensiö		toisio
Virtaus	l/s	$q_{ensiö} = \dot{Q}_{LS} / c_p / (70 - 25)$	(kaava 10)	q_{mLV}
Lämpötilat	°C	70 - 25		10 - 58

Lämmönsiirtimen painehäviönä käytetään usein arvoja 20–25 kPa, mutta painehäviöt voidaan arvioida tarkemmin, jos pystytään laskemaan jollain tasolla lämpimän veden kiertojohtoverkoston painehäviö. Lämpimän veden kiertojohtoverkoston lämmitysteho on suurin piirtein 0,1 vakio kertaa kauimmaisen kiertolenkin johto-osuuden pituus metreinä ja linjojen lukumäärä, johon on lisättävä vielä mahdollisien kiertovesipattereista saatavat lämmitystehot (kaava 11).

$$\dot{Q}_{läm} = 0,1 * l * x + \sum \dot{Q}_{ip} \quad (kaava 11)$$

$\dot{Q}_{läm}$ on lämpimän veden kiertojohtoverkoston lämmitysteho
 l on lämpimän veden kauimmaisen kiertolenkin johto-osuuden pituus
 x on linjojen lukumäärä
 $\sum \dot{Q}_{ip}$ on kiertovesipattereista saatavien lämmitystehojen summa.

Tästä lämmitystehosta saadaan arvioitua mitoitusvirtaama jakamalla ominaislämpökapasiteetin, veden tiheyden ja lämpimän veden sekä lämminkiertoveden lämpötilojen erotuksen tulolla kaavalla 12.

$$q_{mLVK} = \dot{Q}_{läm} / (c_p * \rho * \Delta t) \quad (kaava 12)$$

q_{mLVK} on lämpimän veden kiertojohtoverkoston mitoitusvirtaama
 ρ on veden tiheys 998,2 kg/m³
 c_p on ominaislämpökapasiteetti 4,19 kJ/(kg*(°C))
 Δt on lämpimän ja lämmin kiertoveden lämpötilat.

Tämän mitoitusvirtaaman avulla voidaan myös arvioida lämpimän veden verkoston lämmitykseen kuluva mitoitusvirtaama, jonka johto-osuuksien mitoitusvirtaama on lämpimän veden kiertojohtoverkoston mitoitusvirtaama kertaa vesijohtonousulinjojen lukumäärä jaettuna neljällä ja 10 % varmuuskertoimella kaavalla 13.

$$q_{mLV} = q_{mLVK} * (x/4) * 1,1 \quad (kaava 13)$$

q_{mLV} on lämpimän veden mitoitusvirtaama
 x on vesijohtonousulinjojen lukumäärä.

Tämän jälkeen jokaisen vesijohto-osuuden painehäviöt määritellään erikseen sen putkikoon ja mitoitusvirtaaman mukaan liitteen 14 kuvien avulla ja kerrotaan putken pituudella ja kertavastuksiensummalla niin kuin edellä kaavojen 2 ja 3 avulla. Nämä johto-osuuksien painehäviöt summataan vielä yhteen ja saadaan lopullinen lämpimän veden verkoston painehäviöarvo niin kuin edellä kaavalla 4.

$$\text{Kitkapainehäviö:} \quad p_k = R * l \quad (\text{kaava 2})$$

$$\text{Kertavastuksien aiheuttama paine:} \quad p_z = \sum \zeta * P_d \quad (\text{kaava 3})$$

$$\text{Johto-osuuden painehäviö:} \quad \Delta p_j = \sum \zeta * P_d + R * l \quad (\text{kaava 4})$$

p_k on kitkapainehäviö
 p_z on kertavastuksien aiheuttama paine
 l on vesijohdon pituus
 R on painehäviö/pituus
 $\sum \zeta$ on kertavastuksiensumma
 P_d on dynaaminen paine.

Taulukossa 11 esitetään painehäviön mitoituslaskelmat kaavoineen.

Taulukko 11. Lämminvesijohtoverkoston painehäviöt.

Vesijohdot ja varusteet	Teho	
Lämpimän veden kiertojohto	$\dot{Q}_{\text{läm}} = 0,1 * l * x + \sum \dot{Q}_{lp}$	(kaava 9)
	Mitoitusvirtaama	
Lämpimän veden kiertojohto	$q_{mLVK} = \dot{Q}_{\text{läm}} / (c_p * \rho * \Delta t)$	(kaava 10)
Lämpimän veden verkosto	$q_{mLV} = q_{mLVK} * (x/4) * 1,1$	(kaava 11)
	Kitkapainehäviö	
Lämpimän veden kiertojohto	$p_k = R * l$	(kaava 2)
Lämpimän veden verkosto	$p_k = R * l$	(kaava 2)
	Kertavastuksien aiheuttama paine	
Lämpimän veden kiertojohto	$p_z = \sum \zeta * P_d$	(kaava 3)
Lämpimän veden verkosto	$p_z = \sum \zeta * P_d$	(kaava 3)
	Johto-osuuden painehäviö	
Lämpimän veden kiertojohto	$\Delta p_j = \sum \zeta * P_d + R * l$	(kaava 4)
Lämpimän veden verkosto	$\Delta p_j = \sum \zeta * P_d + R * l$	(kaava 4)

Tämän lämminvesijohtoverkoston painehäviöarvon avulla voidaan arvioida näin lämmönsiirtimen laitteistojen painehäviöarvot kaavojen 14 ja 15 avulla.

$$\Delta p_{\text{ensiö}} = (\Delta p_{\text{LV+LVK}} / 2) * (\dot{Q}_{\text{LS}} / 10 / (70 - 25)) \quad (\text{kaava 14})$$

$$\Delta p_{\text{toisio}} = (\Delta p_{\text{LV+LVK}} / 2) * (\dot{Q}_{\text{LS}} / 10 / (58 - 10)) \quad (\text{kaava 15})$$

$\Delta p_{\text{ensiö}}$ on lämmönsiirtimen ensiöpuolen painehäviö

$\Delta p_{\text{LV+LVK}}$ on lämpimän veden ja lämpimän kiertojohtoverkoston painehäviö

\dot{Q}_{LS} on lämmönsiirtimen teho

Δp_{toisio} on lämmönsiirtimen toisiopuolen painehäviö.

Taulukossa 12 näytetään, mikä mitoituskaava tulee mihinkin kohtaan lämmönsiirrin mitoitusaulukossa.

Taulukko 12. Lämmönsiirtimen mitoituslaskelmat 2:

Lämmönsiirtimet		Talousvesi LS1			
Teho	kW	$\dot{Q}_{\text{LS}} = q_{\text{mLV}} * c_p * \rho * (58 - 10)$	<i>(kaava 9)</i>		
Laiteosuudet		ensiö		toisio	
Virtaus	l/s	$q_{\text{ensiö}} = \dot{Q}_{\text{LS}} / c_p / (70 - 25)$	<i>(kaava 10)</i>	q_{mLV}	
Lämpötilat	°C	70 - 25		10 - 58	
Painehäviö	kPa	$(\Delta p_{\text{LV+LVK}} / 2) * (\dot{Q}_{\text{LS}} / 10 / (70 - 25))$	<i>(kaava 14)</i>	$(\Delta p_{\text{LV+LVK}} / 2) * (\dot{Q}_{\text{LS}} / 10 / (58 - 10))$	<i>(kaava 15)</i>

8.2 Lämminvesivaraajan mitoitus

Lämminvesivaraajan mitoitus on tehtävä rakennuksen lämpimän talousveden käyttötarpeen mukaan, jolloin yhden omakotitalon lämminvesivaraajan vesitilavuus on vähintään 300 litraa ja lämmitystehon 3 kW (6 s.10). Yhden omakotitalon lämpimän veden normivirtaamasumma on liitteen 11 laskuesimerkkien mukaan (q_v) 2,0 l/s, ja siitä saatavan mitoitusvirtaaman arvo on (q_m) 0,6 l/s liitteen 13 vesijohtotaulukoiden mukaan. Tätä mitoitusvirtaamaa voidaan käyttää niin sanottuna vakiosuhdearvona mitoittaessa lämminvesivaraajan tilavuutta sekä tehoa. Lämminvesivaraajan tilavuus voidaan siis arvioida kaavalla 16.

Tämän jälkeen voidaan määrittää lämminvesivaraajan lämmitysteho sen tilavuuden, mitoitusvirtaaman ja lämpimän sekä kylmän veden välisen lämpötilaeron mukaan kaavalla 17. Lämminvesivaraajan lämpimän veden lämpötila on n. 20 % suurempi kuin varaajan lämpimän kiertovedenverkoston paluuputkessa. Näin ollen lämminvesivaraajan veden lämpötilana on hyvä käyttää n. 70–75 °C lämpöistä vettä ja varaajan lämpimän kiertovedenverkoston paluuputkessa n. 50–55 °C lämpöistä vettä. Nämä tiedot olen saanut kysymällä lämminvesivaraajien valmistajilta puhelimitse (28).

$$\text{Lämminvesivaraajan tilavuus:} \quad V_{LV} = 300 / 0,6 * q_m = 500 * q_m \quad (\text{kaava 16})$$

$$\text{Lämminvesivaraajan lämmitysteho:} \quad P_{LV} = 0,6 * \frac{q_m * 500}{(t_{LV} - t_{KV})} \quad (\text{kaava 17})$$

q_m on verkoston mitoitusvirtaama

t_{LV} on lämpimän veden lämpötila

t_{KV} on kylmän veden lämpötila.

Tilavuuden ja lämmitystehon lisäksi on määriteltävä vielä sähköteho ja se, kuinka monta erillistä sähkövastusta tarvitaan veden lämmitykseen. Yhden sähkövastuksen lämmitysteho vastaa n. 3 kW tehoarvoa lämmitysvaraajien valmistajien tietojen (28) mukaan, joten sähkövastuksien määrä voidaan laskea seuraavasti lämmitystehon mukaan kaavalla 18. Sähkötehon arvo voidaan samoin arvioida vastuksien mukaan seuraavasti kaavalla 19. Nämä tiedot olen saanut kysymällä lämminvesivaraajien valmistajilta puhelimitse (28).

$$\text{Sähkövastuksien määrä:} \quad E_{LVlkm} = \frac{P_{LV}}{3kW} \quad (\text{kaava 18})$$

$$\text{Lämminvesivaraajan sähköteho:} \quad E_{LV} = \frac{E_{LVlkm}}{10} \quad (\text{kaava 19})$$

8.3 Kiertovesijohtopumpun ja säätöventtiilin mitoitus ja valinta

Kiertovesipumppu mitoitetaan aina lämmönsiirtimen tai lämminvesivaraajan toiminta-arvojen mukaisilla virtaamilla, ja sen nostokorkeuden tulee vastata lämminvesiverkoston kierron painehäviön arvoa. Näin ollen pumppu valitaan sen virtaaman perusteella, mikä on lämminvesijohtoverkoston mitoitusvirtaama, ja sen teho lasketaan samalla tavalla kuin paineenkorotuspumpun teho eli mitoitusvirtaama kertaa painehäviöiden

määrittämä nostokorkeus. Pumpun nostokorkeuden on oltava taas vähintään sama kuin lämminvesijohtokierron painehäviön arvo. Lisäksi pumpun ominaiskäyrän on oltava mahdollisimman jyrkästi laskeutuva vesimäärän kasvaessa.

Kiertovesipumppua lähinnä olevan säätöventtiilin virtaama voidaan arvioida seuraavasti kaavalla 20 lämmönsiirtimen tai lämminvesivaraajan lämmitystehon avulla (22).

$$\text{Säätöventtiilin virtaama: } q_{SV} = \frac{P_{LS}}{c_p * \rho * \Delta t} \quad (\text{kaava 20})$$

P_{LS} on lämmönsiirtimen tai lämminvesivaraajan lämmitysteho

ρ on veden tiheys 998,2 kg/m³

c_p on ominaislämpökapasiteetti 4,19 kJ/(kg*(°C)).

Säätöarvojen arvioimisessa on otettava huomioon myös käytettävissä oleva paine-ero, joka saadaan liitteen 15 laskuesimerkkien avulla paineenkorotusta unohtamatta.

Tämän verkoston painehäviön arvosta erotetaan vielä lämmönsiirtimen painehäviö, jolloin saadaan arvioitua säätöventtiilin mitoituspainehäviö (Δp_{SVM}) kaavalla 21 (22).

$$\text{Säätöventtiilin mitoituspainehäviö } \Delta p_{SVM} = \Delta p_{LV+LVK} - \Delta p_{LSensio} \quad (\text{kaava 21})$$

Δp_{LV+LVK} on lämpimän veden ja lämpimän kiertojohtoverkoston painehäviö

$\Delta p_{LSensio}$ on lämmöntuotantoyksikön painehäviö.

Näiden mitoituspainehäviöiden avulla voidaan laskea säätöventtiilin k_v -arvo ja lopullinen painehäviön arvo sekä sen vaikutusaste seuraavien kaavojen 22 – 24 avulla (22).

$$\text{Säätöventtiilin } k_v \text{ -arvo} \quad k_v = \frac{q_{SV}}{\sqrt{\Delta p_{SVM}}} \quad (\text{kaava 22})$$

$$\text{Säätöventtiilin lopullinen painehäviö} \quad \Delta p_{SV} = \left(\frac{q_{SV}}{k_v} \right)^2 \quad (\text{kaava 23})$$

$$\text{Säätöventtiilin vaikutusaste} \quad \beta = \frac{\Delta p_{SV}}{\Delta p_{LV+LVK}} \quad (\text{kaava 24})$$

q_{SV} on säätöventtiilin virtaama

c_p on ominaislämpökapasiteetti 4,19 kJ/(kg*(°C)).

Δp_{SVM} on säätöventtiilin mitoituspainehäviö

Δp_{LV+LVK} on lämpimän veden ja lämpimän kiertojohtoverkoston painehäviö.

9 Talousvesijohtojen reitittäminen ja mitoitus

9.1 Vesijohtojen reititys ja piirustusohjeita

Vesijohtojen reittien suunnittelussa kannattaa aina miettiä, miten pääsee vesikalusteelle suorinta tietä alakatossa väliseinälinjoja pitkin. Ylimääräisiä mutkia kannattaa välttää, etteivät painehäviöt kasva liian suuriksi verkostossa. Tämän lisäksi kytkentäjohtojen nousupaikat pesualtaalle ja WC-istuimelle kannattaa sijoittaa esteettisesti näkymättömälle paikalle, esimerkiksi kylpyhuoneen seinien nurkkaukseen oven taakse. Näiden vesikalusteiden kytkentäjohtoja on hyvä yhdistellä seinällä lattian yläpuolella, jos vesikalusteet ovat lähellä toisiaan ja kytkentäjohtojen pituus ei tule ylittämään 5 m putkipituutta. Muille vesikalusteille vesijohtojen kannattaa laskeutua suoraan ylhäältä alas vesikalusteelle.

Linjapiirustuksia tai kaavioita on hyvä tehdä aina, jos rakennuskohde on yli kaksikerroksinen tai mutkikas vesijohtojen reitityksen ja varusteiden suhteen. Linjapiirustuksen tekeminen kannattaa aloittaa siitä, että määrittää ensin tasoviivat lattiapinnan korkomerkintöjen mukaan kerroksittain ja sitten sijoittaa vesikalusteet vesikalustetiloittain aloittaen tonttivesijohtoa lähinnä olevasta vesikalustetilasta. Vesikalusteiden järjestyksen kannalta on ajateltava, mikä vesikaluste on huoneessa lähinnä tonttivesijohtoa tai runkojohtoja. Tämän jälkeen piirretään ensin viemärit ja sitten vesijohdot vesikalusteelta vesikalusteelle. Tämän lisäksi vesijohtojen numeroidaan hormeissa olevat nousujohtolinjat aloittaen tonttivesijohtoa lähinnä olevasta nousujohtolinjasta. Nousulinjajohtojen lisäksi numeroidaan kiertovesijohtoverkoston linjasäätöventtiilit linjoittain ja kerroksittain aloittaen lämmönsiirrintä lähinnä olevasta linjasäätöventtiilistä.

9.2 Vesikalusteen kytkentäjohtojen mitoitus ja reititysohjeet

Vesikalusteen kytkentäjohtojen mahdollisten paineiskujen välttämiseksi on hyvä noudattaa seuraavia liitteessä 13 ja (7, s. 38–40) D1 SRMK:n liitteen 2 taulukossa 4 ja 5 annettuja enimmäisputkipituuden arvoja. Putkipituuden lisäksi painehäviöiden suuruuteen vaikuttaa virtausnopeus, virtauksen pysähdysaika ja putkimateriaali. Putkikoon mitoituksessa on noudatettava enimmäisvirtauksen nopeudelle määriteltyä arvoa 3 m/s. Näiden taulukoiden lisäksi kytkentäjohtojen ja vesikalusteen painehäviö voidaan arvioida vielä tarkemmin seuraavan laskukaavan 25 avulla.

KytKentäjohtojen ja vesikalusteen painehäviö: $\Delta p_{nN} = \Delta p_{kN} + \Delta p_{vk}$ (kaava 25)

Δp_{kN} on kytkentäjohtojen painehäviö normivirtaamalla, kPa

Δp_{vk} on vesikalusteen painehäviö normivirtaamalla, kPa (7, liite 2, s. 39).

Tämän jälkeen tarkastetaan vesikalusteesta saatavan veden virtaaman riittävyys seuraavan laskukaavan 26 mukaan, jolloin tarpeellisen veden virtaaman riittävyyden on oltava vähintään $0,7^2$ kertaa (q_{vk}) vesikalusteesta saatavan virtaaman verran.

Vesikalusteesta saatava virtaama: $q_{vk} = (\Delta p_n / \Delta p_{nN})^{0,5} * q_n$ (kaava 26)

Δp_n on vesikalusteelle ja sen kytkentäjohtojen käytettävissä oleva paine kalusteen korkeudella

Δp_{nN} on kytkentäjohtojen ja vesikalusteen yhteinen painehäviö normivirtaamalla, kPa

q_n on vesikalusteen normivirtaama, l/s (7, liite 2, s. 39).

9.3 Jakovesijohtojen mitoitus kerroksissa ja vesikalustetiloissa

Jakojohtojen mitoituksen määrittämiseksi vesijohto-osuudet on jaettava pienempiin osuuksiin vesijohtojen putkikokojen ja virtaamien suhteen haarakohdasta toiseen haarakohtaan, jotta pystytään arvioimaan pisimmän vesijohdon painehäviö koko johto-osuudelta. Jakojohtojen mitoitusvirtaama saadaan laskettua D1 SRMK:n yhtälöllä 1 (7, s. 36) tai katsottua liitteen 13 taulukosta vesikalusteiden normivirtaamsummien perusteella. Putkikoon mitoituksessa on hyvä noudattaa enimmäisvirtausnopeudelle määriteltyä arvoa 2 m/s (7, s. 36). Jokaisen pienen jakojohto-osuuden putkikoko ja painehäviö määritellään mitoitusvirtaaman mukaan erikseen liitteen 14 kuvien avulla ja kerrotaan putken pituudella ja kertavastuusiensummalla. Sitten jakojohto-osuuksien arvioidut painehäviöt summataan yhteen ja saadaan lopullinen vesijohtoverkoston painehäviönarvo.

9.4 Nousuvesijohtojen ja hormin koon mitoitus

Nousujohtojen mitoitus tapahtuu samalla tavalla kuin edellä jakojohtojen mitoitus ja hormin koon mitoitus hormissa olevien putkien kokojen ja edellä esitettyjen 5.14 Eristys ja nousuhormit eristysohjeiden mukaan. Esimerkiksi, jos putkikoot ovat KV 42, LV 35, LVK 28 hormin koko saadaan laskettua seuraavasti kaavan 27 mukaan.

Hormikoon määrittäminen: $K_h = b + s + d_{KV} + s + a + s + d_{LV} + s + a + s + d_{LVK} + b$ (kaava 27)

- b on seinän ja putken välinen pituus
- s on putken eristyspaksuus
- d_{KV} on kylmän vesiputken halkaisija
- a on putkien ja eristeiden välinen etäisyys
- d_{LV} on lämpimän vesiputken halkaisija
- d_{LVK} on lämpimän kiertovesiputken halkaisija

9.5 Alimman kerroksen tai yleiskäytävän runkovesijohtojen mitoitus

Runkojohtojen mitoitus tapahtuu samalla tavalla kuin edellä jako- ja nousujohtojen mitoitus. Runkojohtot sijoitetaan käytävällä aina iv-kanavien läheisyyteen mahdollisimman etäälle sähköhylyistä, ettei mahdollisista vesijohtovuodoista tule sähköongelmia. Jos vesijohtojen joudutaan risteilemään sähköhylyjen kohdalta, on suositeltavampaa mennä vesijohtojen sähköhylyjen ali kuin yli.

9.6 Virtaamien ja painehäviöiden tarkastelu johto-osuuksien mukaan

Lopullisten vesijohtoverkoston johto-osuuksien arvioidut virtaamat ja painehäviöt summataan yhteen ja saadaan arvioitua lopulliset vesijohtoverkoston virtaamat ja painehäviöarvot kaavojen 2–4 avulla. Näitä arvoja voidaan vielä verrata kohteelle annettuihin painetasoihin ja vesikalusteiden painehäviöyhtälöiden 1–3 saatujen tuloksien arvioihin sekä niistä saatavan veden virtaaman riittävyystuloksiin.

Taulukossa 13 esitetään vesijohtoverkoston mitoituslaskelmat kaavoineen.

Taulukko 13. Kylmä- ja lämminvesijohto-osuuksien mitoituslaskelmat kaavoineen

Johto- osuus	Normivirtaaman summa	Mitoitusvirtaama	Putkikoko	Virtausnopeus	Putkipi- tuus	Kertavastukset
1	$Q = q_{vk}$	q_m , liite 13.	d , liite 14	v , liite 14	l	ζ (7. liite 2. s. 40)
	Painehäviö/pituus	Dynaaminen paine	Kitkapainehäviö	Kertavastuksien aiheuttama paine		Johto-osuuden koko painehäviö
	R	P_d , liite 14	$R * l$ (kaava 2)	$P_d * \sum \zeta$ (kaava 3)		$\sum \zeta * P_d + R * l$ (kaava 4)

9.7 Lämpimän veden kiertojohtoverkoston ja linjasäätöventtiilien mitoitus

Lämpimän veden kiertojohtoverkoston lämmitysteho on suurin piirtein n. 0,1 vakio kertaa putken johto-osuuden pituus metreinä ja linjojen lukumäärä, johon on lisättävä vielä mahdollisien kiertovesipattereista saatavat lämmitystehot. Kiertovesipattereiden lämmitystehot ilmoitetaan niiden valmistajien esitteissä. Tästä lämmitystehosta saadaan laskettua mitoitusvirtaama jakamalla se ominaislämpökapasiteetin, veden tiheyden ja lämpimän veden sekä lämminkiertoveden lämpötilojen erotuksen tulolla. Tämän mitoitusvirtaaman avulla voidaan arvioida lämpimän veden verkoston lämmitykseen kuluva mitoitusvirtaama, jonka johto-osuuksien mitoitusvirtaama on lämpimän veden kiertojohtoverkoston mitoitusvirtaama kertaa linjojen lukumäärä jaettuna neljällä ja 10 %:n varmuuskertoimella niin kuin edellä kaavalla 13.

Lämpimän veden kiertojohtoverkoston putket on mitoittettava sen mitoitusvirtaaman ja veden virtausnopeuksien mukaan (liite 14), jolloin virtausnopeus ei saa ylittää nopeutta 0,5 m/s missään vaiheessa johto-osuuksillaan. Jokaisen lämpimän veden kiertojohtoverkoston painehäviö määritellään verkoston pisimmän lämminvesijohdonkierron mukaan haarakohdasta toiseen haarakohtaan sen putkikoon ja mitoitusvirtaaman mukaan liitteen 14 kuvien avulla ja kerrotaan putken pituudella ja kertavastuksien summalla niin kuin edellä kaavojen 2 ja 3 avulla. Tämän jälkeen nämä yhdessä kiertopiirissä olevat johto-osuuksien painehäviöt summataan yhteen ja saadaan lopullinen lämminvesijohtoverkoston painehäviöarvo niin kuin edellä kaavan 4 avulla. (7, s. 35.) Taulukossa 14 esitetään lämpimän veden kiertojohtoverkoston mitoituslaskelmat kaavoineen, ja liitteessä 17 on laskentaesimerkki yhden rakennuskohteen lämpimän veden kiertojohtoverkoston mitoituslaskelmista.

Taulukko 14. Lämpimän veden kiertojohto-osuuksien mitoitusaulukko kaavoineen

Johto- osuus	Lämmitysteho	Mitoitusvirtaama	Putkikoko	Virtaus-nopeus
1	$\dot{Q}_{\text{läm}} = 0,1 * I + \dot{Q}_{\text{lp}}$	$q_m = \dot{Q}_{\text{läm}} / (c_p * \rho * \Delta t)$	d, liite 14	v, liite 14
	Putkipituus l	Kertavastukset ζ (7, liite 2, s. 40) Kitkapainehäviö $R * l$ (kaava 2)	Painehäviö/pituus R , liite 14 Kertavastuksien aiheuttama paine $P_{d,r} * \sum \zeta$ (kaava 3)	Dynaaminen paine P_d , liite 14 Johto-osuuden painehäviö $\sum \zeta * P_d + R * l$ (kaava 4)

Lämpimän veden kiertojohtoverkoston linjasäätöventtiilien mitoituksessa on otettava huomioon lämminvesijohtokierron aiheuttamat painehäviöt ja virtaamat, jolloin nämä arvot lisätään linjasäätöventtiilien mitoitusarvoihin. Lämminvesijohtokierron mitoitusarvojen laskenta esitettiin edellä luvussa 8.1 Kaukolämmönsiirtimeen talousvesijohtojärjestelmän mitoitus. Näiden mitoitusarvojen perusteella voidaan arvioida linjasäätöventtiilien k_v -arvot ja lopulliset painehäviön arvot sekä vaikutusasteet seuraavien kaavojen 28–30 avulla.

Linjasäätöventtiilin k_v -arvo:
$$k_v = \frac{q_{LVK} + q_{LV}}{\sqrt{\Delta p_{LVK} + \Delta p_{LV}}} \quad (\text{kaava 28})$$

Linjasäätöventtiilin lopullinen painehäviö:
$$\Delta p_{LSV} = \left(\frac{q_{LVK} + q_{LV}}{k_v} \right)^2 \quad (\text{kaava 29})$$

Linjasäätöventtiilin vaikutusaste:
$$\beta = \frac{q_{LVK} + q_{LV}}{\Delta p_{LVK} + \Delta p_{LV}} \quad (\text{kaava 30})$$

q_{LVK} on lämpimän veden kiertojohtojon mitoitusvirtaama

q_{LV} on lämpimän veden verkoston mitoitusvirtaama

Δp_{LVK} on lämpimän veden kiertojohtojon painehäviö

Δp_{LV} on lämpimän veden verkoston painehäviö

10 Yhteenveto

Tämän työn ohjeet tulevat helpottamaan jokaisen LVI-suunnittelijan talous-vesijohtoverkoston suunnittelua. Nämä ohjeet kertovat kattavasti, miten talous-vesijohtoverkostoja on hyvä suunnitella ympäristön ja rakennuksen käyttötarkoituksen mukaan ja miten suunnittelussa on hyvä edetä projektin alusta loppuun.

Olen kerännyt ohjeisiin myös jonkin verran tietoa siitä, miten vesijohdot tulee sijoittaa esteettisin näkymin oikealla tavalla ja oikeaa putkimateriaalia käyttäen rakennuksen eri osiin niin, että ne soveltuvat huollon tai remontin yhteydessä vaihdettaviksi. Tämän lisäksi olen koonnut ohjeisiin paljon tietoa eri rakennuskohteiden vesikalusteista, laitteista ja varusteista sekä niiden käyttömukavuuksista, mitoituksesta ja yhteensovittamisesta verkostoon, joita asioita ei ole aikaisemmin esitetty muissa ohjeissa tai kirjoissa näin laajasti. Nämä kaikki mitoitusluvuissa 7-9 olevat laskukaavat perustuvat arvioihin, ellei niitä ole mainittu lähdeviitteissä. Tilaaja ja rakennuttaja hyväksyvät nämä arviot viime kädessä urakoitsijoiden työmaalla suoritettujen mittauksiin ja toimintakokeisiin vedoten. Olen myös tutkinut eri talousvesijohtoverkostojen järjestelmien käytettävyyttä ja kehitystä ja verrannut niitä nykyisiin talous-vesijohtoverkostojen järjestelmiin. Tämän lisäksi sain koottua tietoa eri putkimateriaalien, vesikalusteiden, laitteiden ja varusteiden kehityksestä 1950-luvulta lähtien. Nämä tiedot olen koonnut käyttäen hyväksi LVI-korttien ohjeita ja valmistajien verkkodokumentteja sekä vesikaluste-esitteitä. Näitä tietoa oli välillä vaikea hakea, kun valmistajat eivät olleet kertoneet esitteissään kaikkia mitoitus tietoja.

Tämän lisäksi sain työhöni selvitettyä, miten talousvesijohtoverkostot pitää mitoittaa toimiviksi rakentamismääräyksiä soveltaen ja tarkentaen ottamalla huomioon eri rakennuskohteiden käyttötarpeet. Sain työhöni koottua myös talousvesijohtoverkostojen yleisiä reititys- ja piirustusohjeita, joita on hyvä käyttää apuna suunnittelussa. Työssä jäi selvittämättä vesijohtojen korroosioiden eri tyypit ja se, miten vesijohtoverkkojen laitteet, kalusteet ja varusteet pitäisi huomioida huoltokirjassa sekä miten vesijohtojen kunnossapitotyöt on tehtävä huoltokirjan mukaisesti. Ohjeiden kokoaminen onnistui loppujen lopuksi kohtuullisen hyvin oman työkokemukseni ja tuntemieni alan ihmisten neuvojen perusteella.

Lähteet

1. Rakentamisen valvonta ja tekninen tarkastus. 2006.
SRMK, Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa A1.
Helsinki: Ympäristöministeriö.
2. Rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat. 2002.
SRMK, Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa A2.
Helsinki: Ympäristöministeriö.
3. Talotekniikka RYL, Rakentamisen yleiset laatuvaatimukset. 2002.
Helsinki: Rakennustieto.
4. Talotekniikka RYL, Rakentamisen yleiset laatuvaatimukset. 2009.
Helsinki: Rakennustieto.
5. RT 16-10660 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot, osio YSE 1998.
Helsinki: Rakennustieto.
6. Harju, Pentti. Vesi ja veden käyttö kiinteistöissä. 2006.
Kouvola: Penan Tieto-Opus Ky.
7. Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot. 2007.
SRMK, Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D1.
Helsinki: Ympäristöministeriö.
8. RVV, Rakennusten vesijohdot ja viemärit, luvut 2–11. 1987.
Helsinki: Suomen Kunnallistekninen yhdistys.
9. Harju, Pentti; Matilainen, Veijo. LVI-tekniikka korjausrakentaminen. 2005
Vantaa: Opetushallitus, Suomen LVI-liitto ry.

10. Rakennuksen energiakulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. 2007.
SRMK, Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D5.
Helsinki: Ympäristöministeriö.
11. Paroc Oy, Putkieristemateriaalit, esite. (Verkkodokumentti.)
<http://www.paroc.com/SPPS/Finland/TI_attachments/FI_3-2_5_TI.fi.pdf>.
Luettu 2011.
12. Kosteus. 1998. SRMK, Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa C2.
Helsinki: Ympäristöministeriö.
13. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus, pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista.
Finlex: Suomen lainsäädöskokoelma §401/2001.
14. Työsuojeluhallituksen päätös hyväksyttävistä asbestipurkutyössä käytettävistä menetelmistä ja laitteista.
RT TSH-20911, KH TSH-10176, LVI TSH-00097. 1992.
Helsinki: Rakennustieto.
15. LVI 50-10344, Talotekniikassa yleisesti käytettävät eristysmateriaalit ja niiden asennus. 2003. Helsinki: Rakennustieto.
16. LVI 50-10345, Taloteknisten eristysten mitoitus ja käyttö. 2002.
Helsinki: Rakennustieto.
17. LVI-01-10424, Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot. 2008.
Helsinki: Rakennustieto.
18. PSK 4201, Putkiluokat. 2008. Määrittely PSK Standardisointiyhdistys ry.
19. SFS 2334, Muoviputket, PEL 32-paineputket. Mitat ja yleiset ominaisuudet.
1988. SFS Standardisointiyhdistys ry.

20. SFS 2336 Muoviputket, PEH 50-paineputket. Mitat ja yleiset ominaisuudet. 1988. SFS Standardisointiyhdistys ry.
21. Karjalainen, Kari. Vesijohtojen saneerauksen tarve ja toteutus. 1981. Diplomityö. Tampere: Tampereen teknillinen korkeakoulu. (Verkkodokumentti.) <<http://www.oamk.fi/~mohamed/Condition%20index.pdf>>. Luettu 2011.
22. Rakennusten kaukolämmitys määräykset ja ohjeet, osio K1. 2007. Energiateollisuus ry 2007.
23. Nibe Energy Systems, maalämpö- ja ilmalämpöpumppuesitteet. (Verkkohakemisto.) <<http://www.nibe.fi/Tuotteet/>>. Selattu 2011.
24. Jäspi Oy, puu- ja pellettilämmitys esite. (Verkkohakemisto.) <http://www.kaukora.fi/sites/default/files/kaukorafiles/esitteet/Jaspi_Pellettikattilat>. Selattu 2011.
25. Gasum Oy, Oertli, maakaasulämmityslaitte, esite. (Verkkodokumentti.) <http://www.klv.fi/pdf/oertli_esite.pdf>. Selattu 2011.
26. Hekes Oy, pumppu- ja vesijohtovaruste- sekä painevesisäiliöesitteet. (Verkkodokumentti.) <<http://www.flygt.fi/3159334.pdf>>. Selattu 2011.
27. LVI- 11-10472, Paisuntajärjestelmän valinta ja mitoitus. 2011. Helsinki: Rakennustieto.
28. Akvaterm Oy, lämminvesivaraajien laitetiedot. (Verkkohakemisto.) <<http://www.akvaterm.fi/fin/Lamminvesivaraajat/>>. Selattu 2011.

29. Uponor Oy, komposiittiputkijärjestelmän suunnittelu ja mitoitus esite.
(Verkkodokumentti.) <http://www.uponor.fi/~media/Files/Uponor/Finland/MLCP/Installation%20manuals/9001_Komposiitti_kasik_010610.pdf>.
Selattu 2011.
30. Uponor Oy, eristetyt lämmitys- ja käyttövesiputkistot esite.
(Verkkodokumentti.) <<http://www.uponor.fi/~media/Files/Uponor/Finland/House%20connections/Installation%20manuals%20-%20Eristetyt%20putkistot%20-%20Komponentit/Eristetytputkistotsuunasohje10011122010.pdf>>. Selattu 2011.
31. Uponor Oy, PEX-suojaputkijärjestelmän lämmitys- ja käyttövesiputkistot esite.
(Verkkodokumentti.) <http://www.uponor.fi/~media/Files/Uponor/Finland/Tap%20water%20PEX/Brochures/PEX_Kasikirja_2009.pdf>.
Selattu 2011.
32. Oras Oy, vesikaluste-, vesijohtolaite- ja varuste-esitteet.
(Verkkohakemisto.) <<http://www.oras.fi>>. Selattu 2011.
33. Saint Gobain pipe system Oy, vesijohtovarusteet esite.
(Verkkodokumentti.) <<http://www.sgps.fi/sivu.asp?taso=2&id=94&tr=1>>.
Selattu 2011.
34. LVI-22-10386, Uima-allasvesien käsittely. 2005.
Helsinki: Rakennustieto.
35. Ido Oy, WC- ja pesuallaskaluste-esitteet.
(Verkkohakemisto.) <<http://www.ido.fi/>>. Selattu 2011.
36. REJ design Oy, kuivausteline, esite.
(Verkkohakemisto.) <<http://www.rejdesign.fi/>>. Selattu 2011.
37. Metos Oy, ammattikeittiökalusteidenkuvasto ja kalusteiden esitteet.
(Verkkohakemisto.) <<http://www.metos.fi/>>. Selattu 2011.

38. Elektrolux Oy, ammattikeittiökalusteiden kuvasto ja -kalusteiden esitteet.
(Verkkohakemisto.) <<http://www.electrolux.fi/Products/Ruoanlaitto/>>.
Selattu 2011.
39. Autobar Oy, Siro, juoma-automaattikaluste, esite.
(Verkkohakemisto.) <http://www.autobar.fi/automaattien_tuotteet.aspx>. Se-
lattu 2011.
40. RT/KH 614.1-37239, Tyke Oy, apupesualtaat esite. Luettu 2011.
41. Sanka Oy, suihkualtaat, -kaapit ja -seinät esite.
(Verkkohakemisto.) <<http://www.sanka.fi/>>. Selattu 2011.
42. RT/KH 623-37275, Väinö Korpinen Oy, valmistajan Gaius-kylpyhuoneet vanhus-
ten ja sairaaloiden potilastiloja ja julkistiloja varten. Luettu 2011.
43. Franke Oy, keittiöiden, huoltotilojen ja julkisten tilojen tasoaltaat, hanat, urinaa-
lit, WC-istuimien ja urinaalien huuhtelusekoittimet ja suihkut esitteet.
(Verkkodokumentit.) <http://www.franke.com/washroomsystems/fi/fi/home/our_products.html> , <http://www.franke.com/kitchensystems/fi/fi/home/products_fi.html>. Selattu 2011.
44. Franke Oy ja Medical Oy, sairaalakalusteiden pesulaitteet, esite.
(Verkkohakemisto.) <<http://medical-washroomsystems-fi.franke.com/>>.
Selattu 2011.
45. Callidus Oy, Krusman, koulujen, sairaalan ja uimahallien huoltotilojen sekä teol-
lisuusrakennuksien hätäsuihkut; vartalosuihkut, silmäsuihkut ja termostaat-
tisekoittajat ja vesijohtovarusteet, esitteet.
(Verkkodokumentit.) <<http://www.callidus.fi/tuoteluettelo>>, ja
<<http://www.krusman.fi/>>. Selattu 2011.

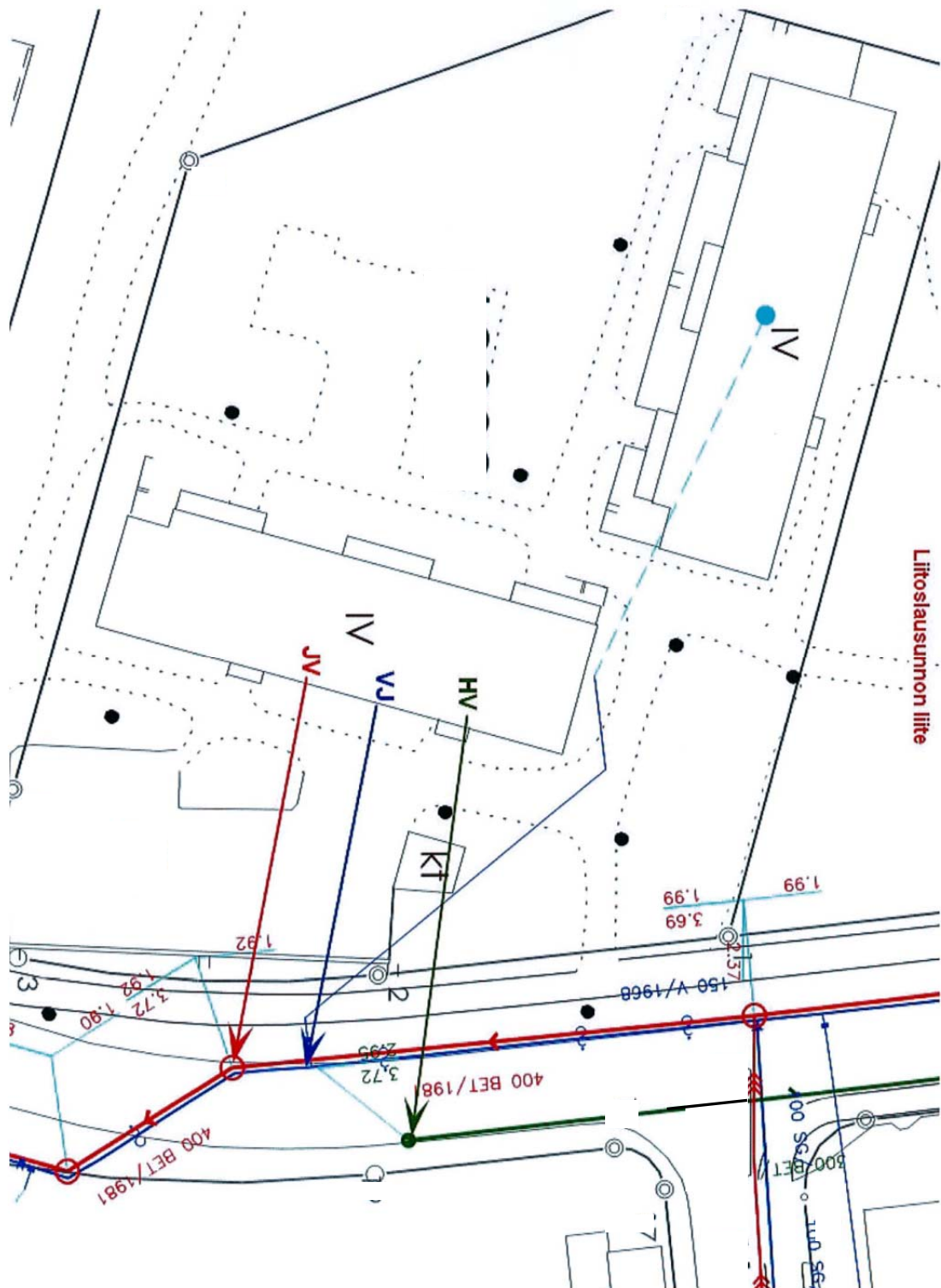
46. Teopal Oy, sairaaloiden ja muiden sosiaalisten rakennusten autoklaavit esitteet.
(Verkkohakemisto.) <<http://www.teopal.fi/>>. Selattu 2011.
47. Kidde Oy, vesipostit ja pikapalopostit, esitteet.
(Verkkohakemisto.) <<http://www.kidde.fi/>>. Selattu 2011.
48. Gustavsberg Oy, WC-, amme- ja pesuallaskaluste, esitteet.
(Verkkohakemisto.) <<http://www.gustavsberg.fi/>>. Selattu 2011.
49. SpaDealers Oy, Sunny, ulkosuihkuesitteet.
(Verkkohakemisto.) <<http://lovisa.spadealers.fi/default.asp>>. Selattu 2011.
50. IP-Produkter Oy, vesijohtosuodatinesitteet.
(Verkkohakemisto.) <<http://www.ip-produkter.fi/10>>. Selattu 2011.
51. IS-VET Oy, laboratorion vesikalusteet.
(Verkkohakemisto.) <[http:// www.isvet.fi/](http://www.isvet.fi/)>. Selattu 2011.

Liite 1. Vesijohtoliitossopimus ja KVV-laitteistosiselvitys, esimerkki

LIITOSKOHTALOUSUNTO

		Pääliittymä		Käyttöpaikka			
		Korvaa ilmoituksen numero					
		Liittyy ilmoitukseen numero					
Kiinteistö	Katuosoite		Koordinaatit				
	Kaupunginosan numero ja nimi		Kunta		Kiinteistötunnus		
	Rake:	us	Kerrosala	Tontin ala	Huoneistojen lkm	Uudisrak.	Olemassaoleva
	010	C	3800	0		Laajennus	Tilapäinen
Liittyjä	Nimi		Osoite		Puhelin		
Vesiliittymä	Katujohto		Ylin paine	Alin viem. taso	Alin paine	Vesipaine (mvp)	
	V150		+68.00	0.00	+62.00	62.00	68.00
			Tiedot suunnitelmasta		Liitteenä karttaote suunnitelmasta		
			Tiedot rakennetusta johdosta		Liitteenä karttaote johtokartasta		
Jätevesiliittymä	Katujohto		Pohjan kork.	Alin liit. kork.	Norm. pad. kork.	Poikk. pad. kork.	Erotus
	B400		+1.92	+2.22	+3.32	+3.82	0.30
			Tiedot suunnitelmasta		Liitteenä karttaote suunnitelmasta		
			Tiedot rakennetusta johdosta		Liitteenä karttaote johtokartasta		
Hulevesiliittymä	Katujohto		Pohjan kork.	Alin liit. kork.	Norm. pad. kork.	Poikk. pad. kork.	Erotus
	B300		+2.95	+3.15	0.00	+3.82	0.20
			Tiedot suunnitelmasta		Liitteenä karttaote suunnitelmasta		
			Tiedot rakennetusta johdosta		Liitteenä karttaote johtokartasta		
	Katujohto						
			Tiedot suunnitelmasta		Liitteenä karttaote suunnitelmasta		
			Tiedot rakennetusta johdosta		Liitteenä karttaote johtokartasta		
	Katujohto						
			Tiedot suunnitelmasta		Liitteenä karttaote suunnitelmasta		
			Tiedot rakennetusta johdosta		Liitteenä karttaote johtokartasta		
	Katujohto						
			Tiedot suunnitelmasta		Liitteenä karttaote suunnitelmasta		
			Tiedot rakennetusta johdosta		Liitteenä karttaote johtokartasta		
Huomautukset Kiinteistö on liitetty JV+VJ, lisätty HV-liitos.							
Päivämäärä	Hakija Osoite Puhelin <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> HAKIJA/EDUSTAJA LAITOS </div>						

Liitosjohtokartta



KVV-laitteistoseelvitys



ESPOON KAUPUNKI
Rakennusvalvontakeskus
Tekninen yksikkö

KVV-LAITTEISTOSELVITYS

Lupatunnus

1 Rakennus- hankkeeseen ryhtyvä	Nimi		Puhelin	
	Osoite		Postinumero	Postitoimipaikka
2 Rakennus- paikka	Kaupunginosa / kylä		Kortteli	Tontti/RN:o
	Osoite		Postinumero	Postitoimipaikka
3 Kvv- suunnittelija	Nimi		Puhelin	
	Osoite		Postinumero	Postitoimipaikka
4 Liittymis- tiedot	Käyttöpaikka nro	Liitoskohtalausunto nro	Kiinteistö liitetään yleiseen	
			<input checked="" type="checkbox"/> jätevesiviemäriin <input checked="" type="checkbox"/> sadevesiviemäriin <input checked="" type="checkbox"/> vesijohtoon	
	JV koko 200	virtaama q 189.0	SV-koko 200	virtaama q 32.4
	Alin viemärintas + 4.30	norm.pad.kork. + 3.32	poikk.pad.kork. + 3.82	On jo liitetty <input checked="" type="checkbox"/> JV <input checked="" type="checkbox"/> SV <input checked="" type="checkbox"/> VJ
	Ei liity yleiseen verkkoon			
	jätevesijärjestelmä sadevesijärjestelmä vedenhankinta			
5 Vesijohto- laitteisto	Kylmävesi			
	0.1 kpl 120	0.2 kpl 157	0.3 kpl -	0.4 kpl 6
	= 12.0 l/s	= 31.4 l/s	-	= 2.4 l/s
				Q KV yhteensä 45.8 l/s
	Lämminvesi			
	0.1 kpl 60	0.2 kpl 109	0.3 kpl -	0.4 kpl -
	= 6.0 l/s	= 21.8 l/s	-	-
				Q LV yhteensä 27.8 l/s
	Ylin kaluste + 18.40			Q KV + Q LV yhteensä 73.6 l/s
	VM:n sijaintipaikka			mitoitusvirtaama
	Talo 1: LTH/VM-tila + 4.30			2.7 l/s
Pikapalopostit (q=1.7) NS25 - kpl - (q=0.85) NS20 - kpl -				
Vesimittari				
m ³	<input type="checkbox"/> vakio	<input checked="" type="checkbox"/> impulssilaittein	tonttijohto 75 mm	
PT-arvo VM jälkeen kPa				
paineenkorotus/-alennus <input checked="" type="checkbox"/> on <input type="checkbox"/> ei				
PN-arvo etäisin KV kPa		%	PN-arvo etäisin LV kPa	%
233.2			335.4	
Mitoitustapa				
<input type="checkbox"/> laskennallinen <input checked="" type="checkbox"/> taulukko				
6 Viemäri- laitteisto	<input type="checkbox"/> JV-pumppaamo		<input type="checkbox"/> SV-pumppaamo	
	<input type="checkbox"/> öljyn/bensiinierotin		<input type="checkbox"/> rasvanerotin	
7 Lämmin käyttövesi	<input checked="" type="checkbox"/> Kaukolämpö		<input type="checkbox"/> Varaaja	
	<input type="checkbox"/> LVK-pumppu		<input type="checkbox"/> Kartilla	
8 Lisätiedot				
9 Allekirjoitus	Paikka ja päivämäärä, allekirjoitus ja nimen selvitys			

Espoo RavaKVV 4.2005

ESPOO
RAKENNUSVALVONTAKESKUS

PL 45
02070 ESPOON KAUPUNKI

Käyntiosoite
Kirkkojärventie 6 B

Puhelin

Faksi

rava.kirjaamo@espoo.fi
www.espoo.fi/rava

Liite 2. Asuinrakennuksien vesikalusteet

Vesikaluste	Merkintä	Putkikoko DN		Normivirtaama l/s		Painehäviö	Teho	Huom.
		KV	LV/LVK	KV	LV/LVK			
WC-istuin	WC 1...xx	10 tai 12		0,1		190		
Pesuallas	PA 1...xx	10 tai 12	10 tai 12	0,1	0,1	130		bideellä tai ilman
Pesuallas	PA 2...xx	12	12	0,2	0,1	130-160		ppk-taienttiilillä
Suihku	SU 1...xx	12	12	0,2	0,2	160		
Termostaattinen suihku	SU 2...xx	12	12	0,2-0,3	0,2-0,3	190-290		
Ammehana	HAM 1...xx	12	12	0,3	0,3	250-295		
Kuivausteline	KT 1...xx		12/12		0,02/0,02		max. 200	tikasmallinen
Astianpesuallas	PP 1...xx	12	12	0,2	0,2	160		
Astianpesuallas	PP 2...xx	12	12	0,2	0,2	160-200		apk-taienttiilillä
Astianpesukone	APK 1...xx	10 tai 12	(12)	0,2	(0,2)	75		
Seinäsekoittaja	SE 1...xx	12	12	0,2	0,2	120-160		saunatiloi- ssa
Tasapohja-allas	TA 1...xx	10 tai 12	10 tai 12	0,1-0,2	0,1-0,2	120-160		
Mattotasa- pohja-allas	TA 2...xx	12	12	0,2	0,2	160-250		
Asuntojen Pesukone	PK 1...xx	12		0,2		75		
Pesulan Pesukone	PK 2...xx	18 tai 22	18 tai 22	0,4	0,4	190-250		imusuoja + takaisku- ja sulkutaientiili
Kuivausteline	KT 2...xx		12/12		0,02/0,02		n. 70	u-mallinen, siitaious- huoneessa
Vesiposti	VP 1...xx	15		0,2		160		kotitalou- dessa
Vesiposti	VP 2...xx	20		0,4		160		kiinteistön
(Vesiposti	VP 3...xx	25		0,4-0,6		160-300		palokunnan)

Liite 3. Koulujen ja päiväkotien vesikalusteet

Vesikaluste	Merkintä	Putkikoko DN		Normivirtaama l/s		Paine-häviö kPa	Teho W	Huom.
		KV	LV/LVK	KV	LV/LVK			
WC-istuin	WC 1...xx	10 tai 12		0,1		190		
Inva-WC-istuin	WC 2...xx	10 tai 12		0,1		190		kyynärtailla
WC-istuin	WC 3...xx	10 tai 12		0,1		190		Lasten WC
Pesuallas	PA 1...xx	10 tai 12	10 tai 12	0,1	0,1	130		bideellä
Pesuallas	PA 2...xx	10 tai 12	10 tai 12	0,1	0,1	130		
Invapesuallas	PA 5	12	12	0,1-0,2	0,1-0,2	160		
Apupesuallas	PA 6	12	12	0,1	0,1	130		Kiinnitettynä seinään tai kyynärtukeen
Juomahana tai -automaatti	JHA 1...xx	12		0,1		75-120		Imusuoja + takaisku- ja sulkuventtiili
Suihku	SU 1...xx	12	12	0,2	0,2	160		
Suihku-sekoittaja	SU 2...xx	12	12	0,2-0,3	0,2-0,3	140-200		Pienten lasten pesu
Termostaattinen suihku	SU 3...xx	12	12	0,2-0,3	0,2-0,3	160-200		
Astianpesuallas	PP 1...xx	12	12	0,2	0,2	160		
Astianpesuallas	PP 2...xx	12	12	0,2	0,2	160-200		APK-venttiilillä
Kahvinkeitin	KA 1...xx	12		0,2		100-120		Imusuoja + takaisku- ja sulkuventtiili
Tasapohja-allas	TA 1...xx	10 tai 12	10 tai 12	0,1-0,2	0,1-0,2	120-160		
Tasapohja-allas	TA 2...xx	10 tai 12	10 tai 12	0,1-0,2	0,1-0,2	120-160		Kuraharjalla, käsisuihkulla
Seinäsekoittaja	SE 1...xx	12	12	0,2	0,2	120-160		
Kuivausteline	KT 1...xx		12/12		0,02/0,02		max. 200	tikasmallinen
Kuivausteline	KT 2...xx		12/12		0,02/0,02		70	U-mallinen
Pesukone	PK 1...xx	12		0,2		75		
Pesukone	PK 2...xx	18 tai 22	18 tai 22	0,4	0,4	190-250		Imusuoja + takaisku- ja sulkuventtiili
Hätäsuihku tai vartalosuihku	HS 1...xx	20	20	0,5-1,5	0,5-1,5	240		Termostaatilla Puutyöluokissa
Laboratorihana	LHA 1...xx	10 tai 12	10 tai 12	0,1-0,2	0,1-0,2	120-160		vetokaapin sisällä tai pesupöydällä
Pikapaloposti	PPP1...xx	28		0,9		400-600		
Vesiposti	VP 2...xx	20		0,4		200-300		Kiinteistön

Liite 4. Toimistojen, teattereiden ja liiketilojen vesikalusteet

Vesikaluste	Merkintä	Putkikoko DN		Normivirtaama l/s		Painehäviö	Teho	Huom.
		KV	LV/LVK	KV	LV/LVK			
WC-istuin	WC 1...xx	10 tai 12		0,1		190		
WC-istuin	WC 2...xx	10 tai 12		0,1		190		seinällä painonappi
Inva-WC-istuin	WC 3...xx	10 tai 12		0,1		190		kyynärtailla
WC-istuin	WC 4...xx	10 tai 12		0,1		190		Lasten WC
Pesuallas	PA 1...xx	10 tai 12	10 tai 12	0,1	0,1	75-130		bideellä tai ilman
Pesuallas	PA 2...xx	12	12	0,1	0,1	200-300		kosketusva-paa hana
Invapesuallas	PA 3...xx	12	12	0,1-0,2	0,1-0,2	160		
Pesuallas	PA 4...xx	12	12	0,2	0,1	130-160		PPK-venttiilillä
Suihku	SU 1...xx	12	12	0,2-0,3	0,2-0,3	160-290		Termostaa-tilla tai ilman
Astianpesuallas	PP 1...xx	12	12	0,2	0,2	160		
Astianpesuallas	PP 2...xx	12	12	0,2	0,2	160-200		APK-venttiilillä
Astianpesukone	APK 1...xx	12	(12)	0,2	(0,2)	75		
Minikeittiö	MK 1...xx	12	12	0,2	0,2	160-200		APK-venttiilillä tai ilman
Kahvinkeitin	KA 1...xx	12		0,2		100-120		takaisku- ja sulkuventtiili
Kahviautomaatti	KA 2...xx	12		0,2		200		takaisku- ja sulkuventtiili
Juomahana tai -automaatti	JHA 1...xx	12		0,2		120-200		Imusuoja + takaisku- ja sulkuventtiili
Tasapohja-allas	TA 1...xx	10 tai 12	10 tai 12	0,1-0,2	0,1-0,2	120-160		
Pesukone	PK 1...xx	18 tai 22	18 tai 22	0,4-0,5	0,4-0,5	190-250		Kampaa-mot, sii-vouspalvelut ja pesulat
Kuivausteline	KT 1...xx		12/12		0,02/0,02		max. 200	tikasmalli-nen
Kuivausteline	KT 2...xx		12/12		0,02/0,02		70	U-mallinen
Seinäsekoittaja	SE 1...xx	12	12	0,2	0,2	120-160		
Pikapaloposti	PPP1...xx	28		0,9		400-600		
Vesiposti	VP 2...xx	20		0,4		160		Kiinteistön
(Vesiposti	VP 3...xx	25		0,4-0,6		160-300		Palokunnan)

Liite 5. Urheilu-, uimahallien, kylpylöiden ja huviloiden vesikalusteet

Vesikaluste	Merkintä	Putkikoko DN		Normivirtaama l/s		Painehäviö	Teho	Huom.
		KV	LV/LVK	KV	LV/LVK			
WC-istuin	WC 1...xx	10 tai 12		0,1		190		
WC-istuin	WC 2...xx	10 tai 12		0,1		190		seinällä painonappi
Inva-WC-istuin	WC 3...xx	10 tai 12		0,1-0,2		190-250		kyynärtailla
Pesuistuin	PAS 3...xx	10 tai 12		0,1-0,2		190-250		
Pesuallas	PA 1...xx	10 tai 12	10 tai 12	0,1	0,1	70-120		bideellä tai ilman
Pesuallas	PA 2...xx	10 tai 12	10 tai 12	0,1	0,1	200-300		kosketusvapaa-hana
Invapesuallas	PA 3...xx	10 tai 12	10 tai 12	0,1-0,2	0,1-0,2	160		
Suihku	SU 1...xx	12	12	0,2-0,3	0,2-0,3	160-290		Termostaatilla
Suihkusekoitin	SU 3...xx	12	12	0,2-0,3	0,2-0,3	160-290	6V / 230V	Suihkunapilla tai kosketusvapaa tunnistimella
Suihkupaneeli	SU 4...xx	12	12	0,2-0,3	0,2-0,3	160-290	6V / 230V	Suihkunapilla tai kosketusvapaa tunnistimella
Jalkasuihku	JSU1...xx	12		0,2		140-160		
Suihkutolppa	SU5...xx	12	12	0,2-0,3	0,2-0,3	160-290		Termostaatilla
Seinäsekoittaja	SE1...xx	10 tai 12	10 tai 12	0,2	0,2	120-160		Seinäsekoittaja
Lattianpesusuihku	LSU1.xx	12	12	0,2-0,3	0,2-0,3	160-290		letkupesimin
Saunasuihku	SSU1...xx		12		0,2-0,3	160-290		kiukaan yläpuolella
Poresuihkusekoitin	PSU 1	12	12	0,2-0,3	0,2-0,3	160-290		
Poreamme-sekoitin	PSE 1	12	12	0,2-0,3	0,2-0,3	160-290		
Juomahana tai -automaatti	JHA 1...xx	12	12	0,2	0,2	120-200		Imusuoja + takaisku- ja sulkuventtiili
Astianpesuallas	PP 1...xx	12	12	0,2	0,2	160-200		APK-venttiilillä
Kahvinkeitin	KA 1...xx	12		0,2		100-120		takaisku- ja sulkuventtiili
Tasapohja-allas	TA 1...xx	12	12	0,1-0,2	0,1-0,2	120-160		
Pesukone liitokset	PK 2...xx	18 tai 22	18 tai 22	0,4-0,5	0,4-0,5	190-250		
Kuivausteline	KT 1...xx		12/12		0,02/0,02		70	U-mallinen
Kuivausteline	KT 2...xx		12/12		0,02/0,02		max. 200	tikasmallinen
Hätäsuihku tai vartalosuihku	HS 1...xx	20	20	0,5-1,5	0,5-1,5	240		Vedenkäsittelyti-loissa
Pikapaloposti	PPP1...xx	28		0,9		400-600		

Liite 5.

2 (2)

Palopostiventtiili	PPV1...xx	50-80		0,9-2,8		420-720		pesutilojen turvallisuus
Vesipostiventtiili	VP 1	40 V 50		0,4-1,4		420-720		pesutilojen turvallisuus
Vesiposti	VP 2	20		0,4		300		Kiinteistön

Liite 6. Ravintoloiden, suurkeittiötilojen, kahviloiden ja baarien vesikalusteet

Vesikaluste	Merkintä	Putkikoko DN		Normivirtaama l/s		Paine- häviö	Teho	Huom.
		KV	LV/LVK	KV	LV/LVK	kPa	W	
WC-istuin	WC 1..xx	10 tai 12		0,1		190		
WC-istuin	WC 2..xx	10 tai 12		0,1		190		seinällä painonappi
Inva-WC-istuin	WC 3..xx	10 tai 12		0,1		190		kyynärtailla
Pesuallas	PA 1...xx	10 tai 12	10 tai 12	0,1	0,1	130		bideellä tai ilman
Pesuallas	PA 2...xx	12	12	0,1	0,1	200-300		kosketusva- paahana
Inva pesuallas	PA 3...xx	12	12	0,1-0,2	0,1-0,2	160		
Käsihygienia- pesuallas	PAH1...xx	12	12	0,1	0,1	200-300		kosketusva- paahana
Astianpesuallas	PP 1...xx	12	12	0,2	0,2	160		
Astianpesuallas	PP 2...xx	12	12	0,2	0,2	160-200		APK- venttiilillä
Esihuuhtelusuihku	ESU1...x	15	15	0,2	0,2	140-200		pikapesimin
Tasapohja-altaan hana	TA 1...xx	10 tai 12	10 tai 12	0,1-0,2	0,1-0,2	100-200		
Patasekoittaja	PSE1...x	15	15	0,2-0,3	0,2-0,3	160-300		(Imusuoja + takaisku- ja sulkuventtiili)
Yhdistelmäuuni	YHS1	15 (1/2")		0,2		160-200		Leivontauunit
Yhdistelmäuuni	YHS2	22 (3/4")		0,3		220-300		Keitto- ja kiertoilmau- nit
Painekeittokaappi	PKK1	15 (1/2")		0,2		160-200		(Imusuoja + takaisku- ja sulkuventtiili)
Jääpala-, jäähile- koneet	JPK1	22 (3/4")		0,3		220-300		Imusuoja + takaisku- ja sulkuventtiili
Jäähdytetty vedenjakelin	VJ1...xx	10		0,2		75-120		Imusuoja + takaisku- ja sulkuventtiili
Juomahana tai -automaatti	JHA1...xx	12 tai 15		0,2		120-200		Imusuoja + takaisku- ja sulkuventtiili
Kahvinkeitin	KA1...xx	18		0,4		200-400		Imusuoja + takaisku- ja sulkuventtiili
Kahvinkeitin	KA2...xx	12 tai 15		0,2		100-120		Imusuoja + takaisku- ja sulkuventtiili
Lämminhaude- altaat	KUH1	10		0,2		50-120		Tarjoilulinjas- to
Lämminhaude- altaat + pe- susuihku	KUH2	15 (1/2")		0,2		160-200		Tarjoilulinjas- to

Kylmähaudeallas	KYH1	10		0,2		50-120		Tarjoilulinjas- to
Kylmähaudeallas + pesusuihku	KYH 2	15 (1/2)		0,2		160-200		Tarjoilulinjas- to
Astianpesukone	APK 1...xx	12	(12)	0,2	(0,2)	75-160		Kahviot
Astianpesukone	APK 2...xx	15 tai 18	15 tai 18	0,2-0,3	0,2-0,3	160-300		Suurkeittiöt ja ravintolat
Seinäsekoittaja	SE 1...xx	10 tai 12	10 tai 12	0,2	0,2	120-160		Termostaatil- la tai ilman
Lattianpesusuih- kut ja vaahto- pesulaitteet	VPS 1...xx	12 tai 15	12 tai 15	0,2-0,3	0,2-0,3	130-300		letkupesimin tai suihku- puhdistuslaite
Pesukone	PK 1...xx	15		0,2		75		
Kuivausteline tai patteri	KT 1...xx		12/12		0,02/0,02		max. 200	tikasmallinen
Kuivausteline tai patteri	KT 2...xx		12/12		0,02/0,02		70	U-mallinen
Pikapaloposti	PPP1...xx	28		0,5		300-400		
Vesiposti	VP 2...xx	20		0,4		160		Kiinteistön
(Vesiposti	VP 3...xx	25		0,4-0,6		160-300		Palokunnan)

Liite 7. Sairaaloiden, terveyskeskuksien, vanhusten palvelutalojen, laboratorioden, hammashoitoloiden, apteekkien ja optikkoliikkeiden vesikalusteet

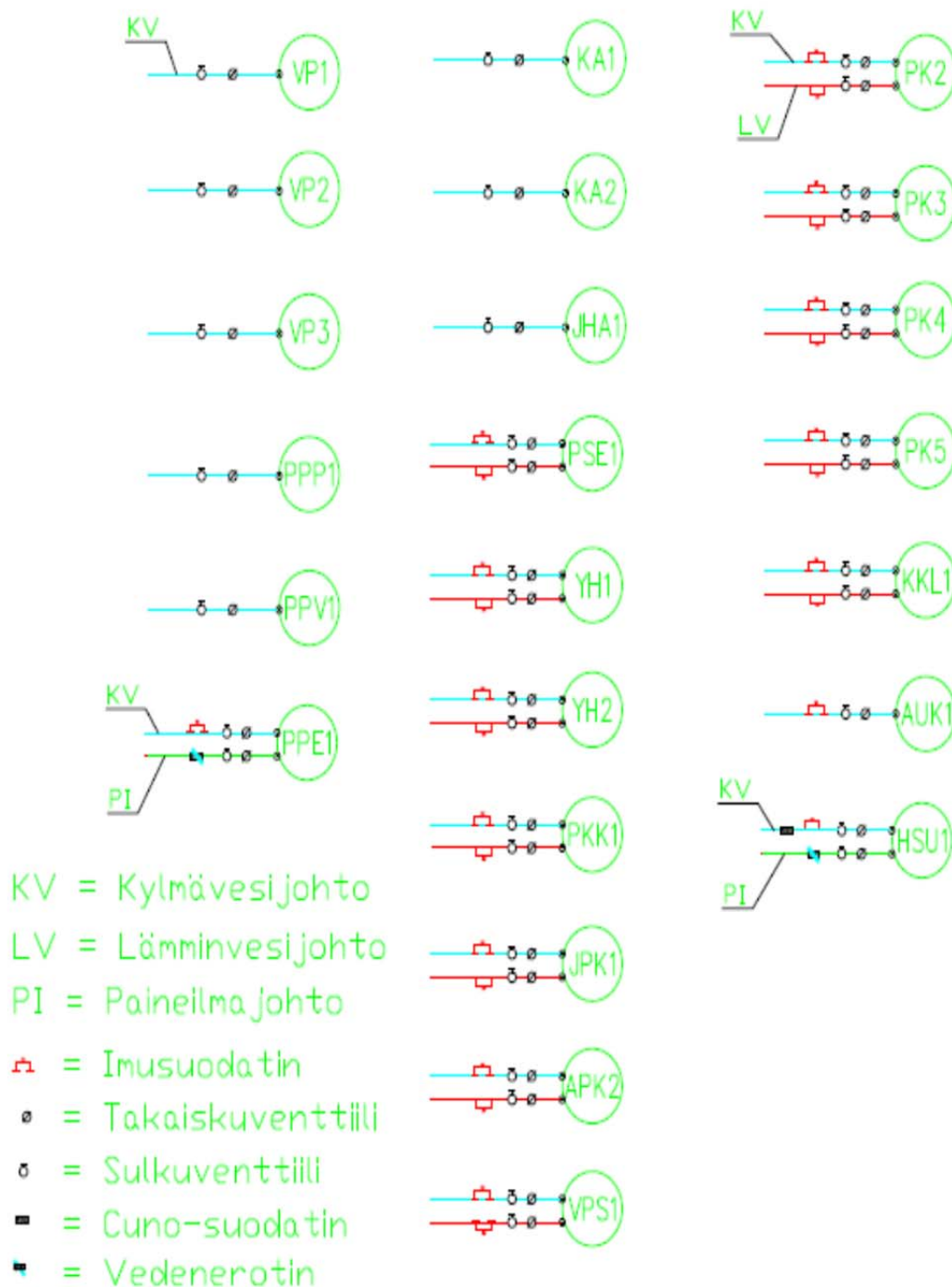
Vesikaluste	Merkintä	Putkikoko DN		Normivirtaama l/s		Painehäviö kPa	Teho W	Huom.
		KV	LV/LVK	KV	LV/LVK			
WC-istuin	WC 1...xx	10 tai 12		0,1		190		
Inva-WC-istuin	WC 2...xx	10 tai 12		0,1		190		kyynärtailla
Pesuistuin	PE 1...xx	10 tai 12	10 tai 12	0,1	0,1	160-250		
Pesuallas	PA 1...xx	10 tai 12	10 tai 12	0,1	0,1	130		bideellä tai ilman
Pesuallas	PA 2...xx	12	12	0,1	0,1	200-300		kosketusva-paahana
Invapesuallas	PA 3...xx	12	12	0,1-0,3	0,1-0,3	160-300		
Invapesuallas	PA 4...xx	12	12	0,1	0,1	200-300		kyynärtukial-las
Suihku	SU 1...xx	12	12	0,2-0,3	0,2-0,3	160-290		Termostaati-l tai ilman
Hammastuolin suihkukynät	HSU1	12		0,1-0,2		200-250		paineilma liitokset Imusuoja + cunosuodatin + takaisku- ja sulkuventtiili
Kaatoklosetti	KKL1...xx	28		0,5		100-600		Apuvälinei-den pesu
Autoklaavi	AUK1...x	15		0,4		100-400		Apuvälinei-den pesu
Lattianpe-susuihku	VPS1...xx	12	12	0,2-0,3	0,2-0,3	160-290		letkupesimin ja saippua-annostelin
Astianpesuallas	PP 1...xx	12	12	0,2	0,2	160		
Astianpesuallas	PP 2...xx	12	12	0,2	0,2	160-200		APK-venttiilillä
Huuhtelupesupöytä	PP3...xx	12	12	0,1	0,1	50-300		Ulosvedettävä huuhdin
Astianpesukone	APK1...xx	12	(12)	0,2	(0,2)	75-160		
Laboratorio-altaanhana	LHA 1...xx	10 tai 12	10 tai 12	0,1-0,2	0,1-0,2	120-160		Välinehuolto
Kahvinkeitin	KA 1...xx	12		0,2		100		takaisku- ja sulkuventtiili
Juomahana tai -automaatti	JHA 1...xx	12		0,2		120-200		Imusuoja + takaisku- ja sulkuventtiili
Tasapohja-altaan hana	TA 1...xx	10 tai 12	10 tai 12	0,1-0,2	0,1-0,2	100-200		

Pesukone	PK 1...xx	12 tai 15	(12 tai 15)	0,2	(0,2)	75-300		
Pesulan Pesukone	PK 2...xx	18 tai 22	18 tai 22	0,4	0,4	190-600		Imusuoja + takaisku- ja sulkuventtiili
Apuvälineiden desinfiointi Pesukone	PK 3...xx	18 tai 22	18 tai 22	0,4-0,5	0,4-0,5	100-600		Imusuoja + takaisku- ja sulkuventtiili
Instrumenttien pesukone	PK 4...xx	18 tai 15	18 tai 15	0,5	0,5	200-800		Imusuoja + takaisku- ja sulkuventtiili
Sairaalaitteiden pesukone	PK 5...xx	12	12	0,1	0,1	40		Tarvitsee oman sekoit- tajan ennen pesukone liitosta
Kuivausteline tai patteri	KT 1...xx		22		0,03/0,03		max. 200	tikasmallinen
Kuivausteline tai patteri	KT 2...xx		22		0,03/0,03		120	U-mallinen
Seinäsekoittaja	SE 1...xx	10 tai 12	10 tai 12	0,1-0,2	0,1-0,2	120-160		
Hätäsuihku tai vartalosuihku	HS 1...xx	20	20	0,5-1,5	0,5-1,5	240		Huoltotiloissa
Pikapaloposti	PPP1...xx	28		0,9		400-600		
Vesiposti	VP 2...xx	20		0,4		160		Kiinteistön
(Vesiposti	VP 3...xx	25		0,4-0,6		160-300		Palokunnan)

Liite 8. Teollisuusrakennuksien ja autopesuloiden vesikalusteet

Vesikaluste	Merkintä	Putkikoko DN		Normivirtaama l/s		Paine- häviö	Teho	Huom.
		KV	LV/LVK	KV	LV/LVK			
WC-istuin	WC 1...xx	10 tai 12		0,1		190		
Pesuallas	PA 1...xx	10 tai 12	10 tai 12	0,1	0,1	130		
Pesuallas	PA 2...xx	12	12	0,1	0,1	130		bideellä
Suihku	SU 1...xx	12	12	0,2-0,3	0,2-0,3	160-290		Termostaatilla tai ilman
Astianpesuallas	AP 1...xx	12	12	0,2	0,2	160		
Astianpesuallas	AP 2...xx	12	12	0,2	0,2	160-200		APK-venttiilillä
Laboratorioallas	LAP 1...xx	12	12	0,2	0,2	160		
Lattianpe- susuihku	PS 1...xx	12 tai 15	12 tai 15	0,2-0,3	0,2-0,3	160-290		letkupesimin, pesuohjelmin ja siivousharjoin
Kahvinkeitin	KA 1...xx	12		0,2		100		takaisku- ja sulkuventtiili
Juomahana tai -automaatti	JHA 1...xx	12	12	0,2	0,2	120-200		Imusuoja + takaisku- ja sulkuventtiili
Tasapohja-allas	TA 1...xx	10 tai 12	10 tai 12	0,1-0,2	0,1-0,2	100-200		
Tasapohja- altaan hana	TA 2...xx	10 tai 12	10 tai 12	0,1-0,2	0,1-0,2	100-200		kuraharjalla tai bideellä
Pesukone	PK 1...xx	15		0,2		75		
Seinäsekoittaja	SE 1...xx	12	12	0,2	0,2	120-160		letkuliittimin
Yhdistelmä vartalosuihkut	HS 1...xx	20 tai 25	15 tai 20	0,5-2,8	0,5-1,5	120-650		
Pikapaloposti	PPP1...xx	20 tai 25		0,9-1,7		400-600		Sammutus- ja paloturvallisuus
Palovesiposti	PPV1...xx	50 tai 80		0,9-2,8		420-720		Sammutus- ja paloturvallisuus
Vesiposti	VP 1	40 tai 50		0,4-1,4		420-720		Huoltotilojen pesu
Vesiposti	VP 2...xx	20		0,4		160		Rakennuksen ulkoseinällä
Paineilmapesuri	PPE1...xx	12 - 25		0,2-0,6		120-400		tarvitsee myös liitoksen pai- neilmajohtoon
Vaahtopesulaite	VPS1	12 - 25	12 - 25	0,2-0,6	0,2-0,6	120-400		saippua- annostelija pesuohjelmin, saattaa tarvita myös liitoksen paineilmajoh- toon

Liite 9. Vesikalusteiden takaisinimusuojaus vesikalusteissa



Liite 10. Asuntojen vesikalustetilaiden normivirtaama summat**KPH1 Kylpyhuoneen normivirtaamasumma****(Q KPH1; WC1 + PA1 + SU1/HAM1 + PK1):**KV: $Q_{KPH1} = (0,1 + 0,1 + 0,2 \vee 0,3 + 0,2) \text{ l/s} = \underline{0,6 \dots 0,7 \text{ l/s}}$ LV: $Q_{KPH1} = (0,1 + 0,2 \vee 0,3) \text{ l/s} = \underline{0,3 \dots 0,4 \text{ l/s}}$ **KPH2 Kylpyhuoneen normivirtaamasumma****(Q KPH2; WC1 + PA1 + SU1/HAM1):**KV: $Q_{KPH2} = (0,1 + 0,1 + 0,2 \vee 0,3) \text{ l/s} = \underline{0,4 \dots 0,5 \text{ l/s}}$ LV: $Q_{KPH2} = (0,1 + 0,2 \vee 0,3) \text{ l/s} = \underline{0,3 \dots 0,4 \text{ l/s}}$ **K1 Keittiön normivirtaamasumma****(Q K1; PP1 + (APV1)):**KV: $Q_{K1} = (0,2 (+ 0,2)) \text{ l/s} = \underline{0,2 \vee 0,4 \text{ l/s}}$ LV: $Q_{K1} = (0,2 (+ 0,2)) \text{ l/s} = \underline{0,2 \vee 0,4 \text{ l/s}}$ **K2 Keittiön normivirtaamasumma****(Q K2; PP1 + (APV1) + PK1):**KV: $Q_{K2} = 0,2 (+ 0,2) + 0,2 = \underline{0,4 \vee 0,6 \text{ l/s}}$ LV: $Q_{K2} = 0,2 (+ 0,2) = \underline{0,2 \vee 0,4 \text{ l/s}}$ **KHH Kodinhoitohuoneen normivirtaamasumma****(Q KHH; TA1 + PK1):**KV: $Q_{KHH} = (0,2 + 0,2) \text{ l/s} = \underline{0,4 \text{ l/s}}$ LV: $Q_{KHH} = \underline{0,2 \text{ l/s}}$ **WP1 WC-tilan normivirtaamasumma****(Q WP1; WC1 + PA1):**KV: $Q_{WP1} = 0,1 + 0,1 = \underline{0,2 \text{ l/s}}$ LV: $Q_{WP1} = \underline{0,1 \text{ l/s}}$ **WP2 WC-tilan normivirtaamasumma****(Q WP2; WC1 + PA1 (PK1)):**KV: $Q_{WP2} = 0,1 + 0,1 + (0,2) = \underline{0,2 - 0,4 \text{ l/s}}$ LV: $Q_{WP2} = \underline{0,1 \text{ l/s}}$ **SH1 Suihkuhuoneen normivirtaamasumma****(Q SH1; SU1/HAM1 + TA1/PA1 + (PK1)):**KV: $Q_{SH1} = ((0,2 \text{ TAI } 0,3) + (0,1 \text{ TAI } 0,2) (+ 0,2)) \text{ l/s} = \underline{0,3 \dots 0,6 \text{ l/s}}$ LV: $Q_{SH1} = ((0,2 \text{ TAI } 0,3) + (0,1 \text{ TAI } 0,2)) \text{ l/s} = \underline{0,3 \dots 0,5 \text{ l/s}}$

PH1 Pesuhuoneen normivirtaamasumma**(Q PH1; SU1/HAM1 + SE1/TA1)):**

KV: $Q_{PH1} = ((0,2 \text{ TAI } 0,3) + 0,2) \text{ l/s} = \underline{0,4 \dots 0,5 \text{ l/s}}$

LV: $Q_{PH1} = ((0,2 \text{ TAI } 0,3) + 0,2) \text{ l/s} = \underline{0,4 \dots 0,5 \text{ l/s}}$

PH2 Pesuhuoneen normivirtaamasumma**(Q PH2; SU1/HAM1 + SE1/TA1 + SU1):**

KV: $Q_{PH2} = ((0,2 \text{ TAI } 0,3) + 0,2 + 0,2) \text{ l/s} = \underline{0,6 \dots 0,7 \text{ l/s}}$

LV: $Q_{PH2} = ((0,2 \text{ TAI } 0,3) + 0,2 + 0,2) \text{ l/s} = \underline{0,6 \dots 0,7 \text{ l/s}}$

LVI-KH IV-konehuoneen tai lämmönjakohuoneen normivirtaamasumma**(Q LVI-KH):**

KV: $Q_{IV-KH} = q(TA1) = \underline{0,2 \text{ l/s}}$

LV: $Q_{IV-KH} = q(TA1) = \underline{0,2 \text{ l/s}}$

TPH1 Talonyhtiönsaunatilojen pesuhuoneen normivirtaamien summat**(Q TPH1; WP1 + PH1):**

KV: $Q_{TPH1} = Q_{WP1} + Q_{PH1} = (0,2 + 0,4) \text{ l/s} = \underline{0,6 \text{ l/s}}$

LV: $Q_{TPH1} = Q_{WP1} + Q_{PH1} = (0,1 + 0,4) \text{ l/s} = \underline{0,5 \text{ l/s}}$

TPH2 Talonyhtiönsaunatilojen pesuhuoneen normivirtaamien summat**(Q TPH2; WP1 + PH2):**

KV: $Q_{TPH2} = Q_{WP1} + Q_{PH2} = (0,2 + 0,6) \text{ l/s} = \underline{0,8 \text{ l/s}}$

LV: $Q_{TPH2} = Q_{WP1} + Q_{PH2} = (0,1 + 0,6) \text{ l/s} = \underline{0,7 \text{ l/s}}$

SVH Siivoushuoneen normivirtaamien summat (Q SVH):

KV: $Q_{SVH} = q(TA1) = \underline{0,2 \text{ l/s}}$

LV: $Q_{SVH} = q(TA1) = \underline{0,2 \text{ l/s}}$

TPS1 Talopesulan normivirtaamien summat (Q TPS1):

KV: $Q_{TPS1} = q(TA1) + 2 \cdot q(PK2) = (0,2 + 2 \cdot 0,4) \text{ l/s} = \underline{1,0 \text{ l/s}}$

LV: $Q_{TPS1} = q(TA1) + 2 \cdot q(PK2) = (0,2 + 2 \cdot 0,4) \text{ l/s} = \underline{1,0 \text{ l/s}}$

TPS2 Talopesulan normivirtaamien summat (Q TPS2):

KV: $Q_{TPS2} = q(TA1) + 2 \cdot q(PK2) + q(TA2) = (0,2 + 2 \cdot 0,4 + 0,2) \text{ l/s} = \underline{1,2 \text{ l/s}}$

LV: $Q_{TPS2} = q(TA1) + 2 \cdot q(PK2) + q(TA2) = (0,2 + 2 \cdot 0,4 + 0,2) \text{ l/s} = \underline{1,2 \text{ l/s}}$

Liite 11. Omakotitalojen vesikalustetilojen yhdistelmät ja niiden normivirtaumasummavaihtoehdot

OMK1 (AS1 + LVI-KH):

KV: $Q_{OMK1} = (0,2 + (0,8 \dots 1,1)) \text{ l/s} = \underline{1,0 \dots 1,3 \text{ l/s}}$

LV: $Q_{OMK1} = (0,2 + (0,5 \dots 0,8)) \text{ l/s} = \underline{0,7 \dots 1,0 \text{ l/s}}$

OMK2 (AS5 + LVI-KH):

KV: $Q_{OMK2} = (0,2 + (1,0 \dots 1,3)) \text{ l/s} = \underline{1,2 \dots 1,5 \text{ l/s}}$

LV: $Q_{OMK2} = (0,2 + (0,6 \dots 0,9)) \text{ l/s} = \underline{0,8 \dots 1,1 \text{ l/s}}$

OMK3 (AS6.2 + LVI-KH):

KV: $Q_{OMK3} = (0,2 + (1,4 \dots 1,8)) \text{ l/s} = \underline{1,6 \dots 2,0 \text{ l/s}}$

LV: $Q_{OMK3} = (0,2 + (1,0 \dots 1,4)) \text{ l/s} = \underline{1,2 \dots 1,6 \text{ l/s}}$

OMK4 (AS7.4 + LVI-KH):

KV: $Q_{OMK4} = (0,2 + (1,8 \dots 2,2)) \text{ l/s} = \underline{2,0 \dots 2,4 \text{ l/s}}$

LV: $Q_{OMK4} = (0,2 + (1,4 \dots 1,8)) \text{ l/s} = \underline{1,6 \dots 2,0 \text{ l/s}}$

Liite 12. Asuntojen vesikalustetilojen yhdistelmät ja niiden normivirtaumasummavaihtoehdot

Asuinkerros- tai -rivitalon pienet asunnot alle 60 m²:

AS 1 (KPH1 + K1):

KV: Q AS1 = ((0,2 TAI 0,4) + (0,6 ... 0,7)) l/s = 0,8 ... 1,1 l/s

LV: Q AS1 = ((0,2 TAI 0,4) + (0,3 ... 0,4)) l/s = 0,5 ... 0,8 l/s

AS 2,1 (KPH2 + K2):

KV: Q AS2,1 = ((0,4 ... 0,5) + (0,4 TAI 0,6)) l/s = 0,8 ... 1,1 l/s

LV: Q AS2,1 = ((0,3 ... 0,4) + (0,2 TAI 0,4)) l/s = 0,5 ... 0,8 l/s

AS 2,2 (KPH2 + K1 + KHH):

KV: Q AS2,2 = ((0,4 ... 0,5) + (0,2 TAI 0,4) + 0,4) l/s = 1,0 ... 1,3 l/s

LV: Q AS2,2 = ((0,3 ... 0,4) + (0,2 TAI 0,4) + 0,2) l/s = 0,7 ... 1,0 l/s

AS 2,3 (KPH2 + K1):

KV: Q AS2,3 = ((0,4 ... 0,5) + 0,2) l/s = 0,6 ... 0,7 l/s

LV: Q AS2,3 = ((0,3 ... 0,4) + 0,2) l/s = 0,5 ... 0,6 l/s

AS 3 (WP1 + SH1 + K1):

KV: Q AS3 = (0,2 + (0,4 ... 0,5) + (0,2 TAI 0,4)) l/s = 0,8 ... 1,1 l/s

LV: Q AS3 = (0,1 + (0,2 ... 0,3) + (0,2 TAI 0,4)) l/s = 0,5 ... 0,8 l/s

Asuinkerros- tai -rivitalon keskiuuret asunnot 60-100 m²:

AS 4,1 (WP2 + PH1 + K1):

KV: Q AS4.1 = (0,4 + (0,4 ... 0,5) + (0,2 TAI 0,4)) l/s = 1,0 ... 1,3 l/s

LV: Q AS4.1 = (0,1 + (0,4 ... 0,5) + (0,2 TAI 0,4)) l/s = 0,7 ... 1,0 l/s

AS 4,2 (WP1 + PH1 + K2):

KV: Q AS4.2 = (0,2 + (0,4 ... 0,5) + (0,4 TAI 0,6)) l/s = 1,0 ... 1,3 l/s

LV: Q AS4.2 = (0,1 + (0,4 ... 0,5) + (0,2 TAI 0,4)) l/s = 0,7 ... 1,0 l/s

AS 4,3 (WP1 + PH1 + K1 + KHH):

KV: Q AS4.3 = (0,2 + (0,4 ... 0,5) + (0,4 TAI 0,6)) l/s = 1,0 ... 1,3 l/s

LV: Q AS4.3 = (0,1 + (0,4 ... 0,5) + (0,2 TAI 0,4)) l/s = 0,7 ... 1,0 l/s

AS 5,1 (KPH1 + WP1 + K1):

KV: Q AS5,1 = ((0,6 <-> 0,7) + 0,2 + (0,2 TAI 0,4)) l/s = 1,0 ... 1,3 l/s

LV: Q AS5,1 = ((0,3 <-> 0,4) + 0,1 + (0,2 TAI 0,4)) l/s = 0,6 ... 0,9 l/s

AS 5,2 (KPH2 + K2 + WP1):

KV: Q AS5,2 = ((0,4 <-> 0,5) + 0,2 + (0,4 TAI 0,6)) l/s = 1,0 ... 1,3 l/s

LV: Q AS5,2 = ((0,3 <-> 0,4) + 0,1 + (0,2 TAI 0,4)) l/s = 0,6 ... 0,9 l/s

AS 5,3 (KPH2 + K1 + WP1 + KHH):KV: Q AS5,3 = ((0,4...0,5)+ 0,2 + (0,2 TAI 0,4) + 0,4) l/s = 1,2 ... 1,5 l/sLV: Q AS5,3 = ((0,3...0,4) + 0,1 + (0,2 TAI 0,4) + 0,2) l/s = 0,8 ... 1,1 l/s*Asuinrivitalon isot asunnot yli 100 m²:***AS 6,1 (KPH1 + K1 + WP1 + PH1):**KV: Q AS6.1 = (0,2 + (0,4 ... 0,5) + (0,2 TAI 0,4) + (0,6 ... 0,7)) l/s = 1,4 ... 1,8 l/sLV: Q AS6.1 = (0,1 + (0,4 ... 0,5) + (0,2 TAI 0,4) + (0,3 ... 0,4)) l/s = 1,0 ... 1,4 l/s**AS 6,2 (KPH2 + K2 + WP1 + PH1):**KV: Q AS6.2 = (0,2 + (0,4 ... 0,5) + (0,4 TAI 0,6) + (0,4 ... 0,5)) l/s = 1,4 ... 1,8 l/sLV: Q AS6.2 = (0,1 + (0,4 ... 0,5) + (0,2 TAI 0,4) + (0,3 ... 0,4)) l/s = 1,0 ... 1,4 l/s**AS 6,3 (KPH2 + K1 + WP1 + PH1 + KHH):**KV: Q AS6.3 = ((0,4 ... 0,5) + (0,2 TAI 0,4) + 0,2 + (0,4 ... 0,5) + 0,4) l/s = 1,6 ... 2,0 l/sLV: Q AS6.3 = ((0,3 ... 0,4) + (0,2 TAI 0,4) + 0,1 + (0,4 ... 0,5) + 0,2) l/s = 1,2 ... 1,6 l/s**AS 7,1 (KPH1 + K1 + WP1 + PH2):**KV: Q AS7.1 = (0,2 + (0,6 ... 0,7) + (0,2 TAI 0,4) + (0,6 ... 0,7)) l/s = 1,6 ... 1,8 l/sLV: Q AS7.1 = (0,1 + (0,6 ... 0,7) + (0,2 TAI 0,4) + (0,3 ... 0,4)) l/s = 1,2 ... 1,6 l/s**AS 7,2 (KPH1 + K1 + WP1 + PH2):**KV: Q AS7.2 = (0,2 + (0,6 ... 0,7) + (0,4 TAI 0,6) + (0,4 ... 0,5)) l/s = 1,6 ... 1,8 l/sLV: Q AS7.2 = (0,1 + (0,6 ... 0,7) + (0,2 TAI 0,4) + (0,3 ... 0,4)) l/s = 1,2 ... 1,6 l/s**AS 7,3 (KPH2 + K2 + WP1 + PH2):**KV: Q AS7.2 = (0,2 + (0,6 ... 0,7) + (0,4 TAI 0,6) + (0,4 ... 0,5)) l/s = 1,6 ... 1,8 l/sLV: Q AS7.2 = (0,1 + (0,6 ... 0,7) + (0,2 TAI 0,4) + (0,3 ... 0,4)) l/s = 1,2 ... 1,6 l/s**AS 7,4 (KPH2 + K1 + WP1 + PH2 + KHH):**KV: Q AS7.3 = (0,2 + (0,6 ... 0,7) + (0,2 TAI 0,4) + (0,4 ... 0,5) + 0,4) l/s = 1,8 ... 2,2 l/sLV: Q AS7.3 = (0,1 + (0,6 ... 0,7) + (0,2 TAI 0,4) + (0,3 ... 0,4) + 0,2) l/s = 1,4 ... 1,8 l/s

Esim. 12.1. Rakennuksen vesikalustetilojen yhdistäminen:

$$AS_{RAK} = 10 \cdot AS_1 + 5 \cdot AS_{5.1} + 2 \cdot LVI-KH + 2 \cdot TPH + SVH + TPS_1$$

$$Q_{KV} = (10 \cdot (0,8 \dots 1,1) + 5 \cdot (1,0 \dots 1,3) + (2 \cdot 0,2) + (2 \cdot 0,6) + 0,2 + 1,0) \text{ l/s} \\ = 15,8 \dots 20,3 \text{ l/s}$$

$$AS_{RAK}: Q_{LV} = (10 \cdot (0,5 \dots 0,8) + 5 \cdot (0,6 \dots 0,9) + (2 \cdot 0,2) + (2 \cdot 0,5) + 0,2 + 1,0) \text{ l/s} \\ = 10,6 \dots 15,1 \text{ l/s}$$

$$AS_{RAK}: Q_{(KV+LV)} = ((15,8 \dots 20,3) + (10,6 \dots 15,1)) \text{ l/s} = 26,4 \dots 35,4 \text{ l/s}$$

Esim. 12.2. Rakennuksen vesijohtoverkostossa käytössä oleva painetaso:

$$P_0 = +62.00 \text{ m} \quad h = +20.00$$

$$P_h = h_{\text{lattiankorkeus}} + 0,5 \text{ m} = +20.00 \text{ m} + 0,5 \text{ m} = +20.50 \text{ m}$$

$$\Delta p_h = P_0 - P_h = +62.00 \text{ m} - +20.50 \text{ m} = +41.50 \text{ m} = 415 \text{ kPa}$$

$$R = 1,0 \text{ kPa/m} \quad l = 20 \text{ m}$$

$$\Delta p_T = R \cdot l = 1,0 \text{ kPa/m} \cdot 20 \text{ m} = 20 \text{ kPa}$$

$$p_{VM} = 10 \text{ kPa}$$

$$\Delta p_{\text{verkosto}} = \Delta p_h - \Delta p_T - p_{VM} = 415 \text{ kPa} - 20 \text{ kPa} - 10 \text{ kPa} = 385 \text{ kPa}$$

- Jos asuin-, toimistorakennukseen, kouluun tai kauppakeskukseen on saatavissa tällainen painetaso, on hyvä asentaa paineenalennusventtiili.
- Jos tällainen painetaso on saatavissa sairaalaan, uimahalliin tai teollisuusrakennukseen, siihen joudutaan asentamaan paineenkorotusasema, jotta vedenpaine on riittävä erikoisvesikalusteiden suhteen.

Esim. 12.3. Rakennuksen vesijohtoverkostossa käytössä oleva painetaso:

$$P_0 = +62.00 \text{ m} \quad h = +30.00$$

$$P_h = h_{\text{lattiankorkeus}} + 0,5 \text{ m} = +30.00 \text{ m} + 0,5 \text{ m} = +30.50 \text{ m}$$

$$\Delta p_h = P_0 - P_h = +62.00 \text{ m} - +30.50 \text{ m} = +31.50 \text{ m} = 315 \text{ kPa}$$

$$R = 1,0 \text{ kPa/m} \quad l = 20 \text{ m}$$

$$\Delta p_T = R \cdot l = 1,0 \text{ kPa/m} \cdot 20 \text{ m} = 20 \text{ kPa} \quad p_{VM} = 10 \text{ kPa}$$

$$\Delta p_{\text{verkosto}} = \Delta p_h - \Delta p_T - p_{VM} = 315 \text{ kPa} - 20 \text{ kPa} - 10 \text{ kPa} = 285 \text{ kPa}$$

Tämä painetaso riittää juuri pienen yksi-, kaksi- tai kolmekerroksisen asuin-, toimistorakennuksen, koulun tai kauppakeskuksen vedenpainetarpeeseen, mutta isompiin asuin-, toimistorakennuksiin, kouluihin, kauppakeskuksiin, ja varsinkin sairaaloihin, uimahalleihin ja teollisuusrakennuksiin on asennettava paineenkorotusasema.

Liite 13. Vesijohtojen mitoitusaulukot

D1 SRMK:n vesijohtojen mitoitusaulukko kupari-, teräs- ja muoviputkille (7, s. 37):

TAULUKKO 2. JAKOJOHDON MITOITUSVIRTAAMA ASUIN-, TOIMISTO-, KOULU-, HOTELLI-, SAIRAALA- TMS. RAKENNUKSISSA.

Normivirtaamien summa Q dm ³ /s	Mitoitusvirtaama q ¹⁾ dm ³ /s			Normivirtaamien summa Q dm ³ /s	Mitoitusvirtaama q ¹⁾ dm ³ /s		
	q _{N1} (dm ³ /s)				q _{N1} (dm ³ /s)		
	0,1	0,2	0,3		0,1	0,2	0,3
0,1	0,1	-	-	12,0	0,86	0,96	1,06
0,2	0,16	0,2	-	12,5	0,88	0,98	1,08
0,3	0,18	0,26	0,3	13,0	0,90	1,00	1,10
0,4	0,20	0,28	0,36	13,5	0,92	1,02	1,11
0,5	0,21	0,30	0,38	14,0	0,94	1,04	1,13
0,6	0,23	0,31	0,40	14,5	0,96	1,06	1,15
0,7	0,24	0,33	0,41	15,0	0,98	1,08	1,17
0,8	0,25	0,34	0,43	15,5	1,00	1,09	1,19
0,9	0,26	0,35	0,44	16,0	1,02	1,11	1,21
1,0	0,27	0,36	0,45	16,5	1,03	1,13	1,23
1,1	0,28	0,37	0,46	17,0	1,05	1,15	1,24
1,2	0,29	0,38	0,47	17,5	1,07	1,17	1,26
1,3	0,30	0,39	0,48	18,0	1,09	1,18	1,28
1,4	0,31	0,40	0,49	18,5	1,10	1,20	1,30
1,5	0,32	0,41	0,50	19,0	1,12	1,22	1,31
1,6	0,33	0,42	0,51	19,5	1,14	1,24	1,33
1,7	0,34	0,43	0,52	20,0	1,16	1,25	1,35
1,8	0,35	0,44	0,53	21,0	1,19	1,29	1,38
1,9	0,35	0,45	0,54	22,0	1,22	1,32	1,42
2,0	0,36	0,45	0,55	23,0	1,26	1,35	1,45
2,2	0,38	0,47	0,56	24,0	1,29	1,39	1,48
2,4	0,39	0,48	0,58	25,0	1,32	1,42	1,51
2,6	0,41	0,50	0,59	26,0	1,35	1,45	1,55
2,8	0,42	0,51	0,61	27,0	1,38	1,48	1,58
3,0	0,43	0,53	0,62	28,0	1,42	1,51	1,61
3,2	0,45	0,54	0,63	29,0	1,45	1,54	1,64
3,4	0,46	0,55	0,65	30,0	1,48	1,57	1,67
3,6	0,47	0,56	0,66	32,0	1,54	1,63	1,73
3,8	0,48	0,58	0,67	34,0	1,60	1,69	1,79
4,0	0,49	0,59	0,68	36,0	1,66	1,75	1,85
4,2	0,51	0,60	0,69	38,0	1,71	1,81	1,91
4,4	0,52	0,61	0,71	40,0	1,77	1,87	1,97
4,6	0,53	0,62	0,72	45,0	1,91	2,01	2,11
4,8	0,54	0,63	0,73	50,0	2,05	2,15	2,24
5,0	0,55	0,64	0,74	55,0	2,18	2,28	2,38
5,5	0,58	0,67	0,77	60,0	2,31	2,41	2,51
6,0	0,60	0,70	0,79	65,0	2,44	2,54	2,64
6,5	0,63	0,72	0,82	70,0	2,57	2,67	2,76
7,0	0,65	0,74	0,84	80,0	2,82	2,91	3,01
7,5	0,67	0,77	0,86	90,0	3,06	3,16	3,25
8,0	0,70	0,79	0,89	100,0	3,30	3,39	3,49
8,5	0,72	0,81	0,91	110,0	3,53	3,63	3,72
9,0	0,74	0,84	0,93	120,0	3,76	3,86	3,95
9,5	0,76	0,86	0,95	130,0	3,98	4,08	4,18
10,0	0,78	0,88	0,97	140,0	4,21	4,30	4,40
10,5	0,80	0,90	1,00	150,0	4,43	4,53	4,62
11,0	0,82	0,92	1,02	160,0	4,65	4,74	4,84
11,5	0,84	0,94	1,04	170,0	4,86	4,96	5,06

¹⁾ Jos jakojohdosta liittyy vakiovirtaamia, lisätään ne sellaisenaan mitoitusvirtaamaan.
Yksittäisen vesipisteen normivirtaaman q_{N1} ollessa suurempi kuin 0,3 dm³/s valitaan jakojohdon

Uponor:in eristettyjen muoviputkien vesijohtojen mitoitusaulukko (30, s. 15):

Käyttövesijohtojen mitoituksessa on noudatettava Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D1-määräyksiä sekä paikallisen tar-

kastusviranomaisten antamia ohjeita ja määräyksiä. Putkikoot valitaan käytettävissä olevan paineen mukaan. Metalliputkille tyypilli-

siä virtausnopeuden rajoituksia ei PEX-virtausputkilla ole.

Jakojohtojen mitoitusvirtaama asuin-, toimisto-, hotelli-, sairaala- tms. rakennuksissa.														
Normi- virtaamien- summa	Mitoitusvirtaama q (dm³/s)				Normi- virtaamien- summa	Mitoitusvirtaama q (dm³/s)				Normi- virtaamien- summa	Mitoitusvirtaama q (dm³/s)			
	q _{Nl} (dm³/s)					q _{Nl} (dm³/s)					q _{Nl} (dm³/s)			
Q (dm³/s)	0,1	0,2	0,3	0,4	Q (dm³/s)	0,1	0,2	0,3	0,4	Q (dm³/s)	0,1	0,2	0,3	0,4
0,1	0,1	-	-	-	4,6	0,53	0,62	0,72	0,81	20,0	1,16	1,25	1,35	1,45
0,2	0,16	0,2	-	-	4,8	0,54	0,63	0,73	0,82	21,0	1,19	1,29	1,38	1,48
0,3	0,18	0,26	0,3	-	5,0	0,55	0,64	0,74	0,83	22,0	1,22	1,32	1,42	1,51
0,4	0,20	0,28	0,36	0,4	5,5	0,58	0,67	0,77	0,86	23,0	1,26	1,35	1,45	1,55
0,5	0,21	0,30	0,38	0,46	6,0	0,60	0,70	0,79	0,89	24,0	1,29	1,39	1,48	1,58
0,6	0,23	0,31	0,40	0,48	6,5	0,63	0,72	0,82	0,91	25,0	1,32	1,42	1,51	1,61
0,7	0,24	0,33	0,41	0,50	7,0	0,65	0,74	0,84	0,94	26,0	1,35	1,45	1,55	1,64
0,8	0,25	0,34	0,43	0,51	7,5	0,67	0,77	0,86	0,96	27,0	1,38	1,48	1,58	1,67
0,9	0,26	0,35	0,44	0,53	8,0	0,70	0,79	0,89	0,98	28,0	1,42	1,51	1,61	1,71
1,0	0,27	0,36	0,45	0,54	8,5	0,72	0,81	0,91	1,00	29,0	1,45	1,54	1,64	1,74
1,1	0,28	0,37	0,46	0,55	9,0	0,74	0,84	0,93	1,03	30,0	1,48	1,57	1,67	1,77
1,2	0,29	0,38	0,47	0,56	9,5	0,76	0,86	0,95	1,05	32,0	1,54	1,63	1,73	1,83
1,3	0,30	0,39	0,48	0,57	10,0	0,78	0,88	0,97	1,07	34,0	1,60	1,69	1,79	1,89
1,4	0,31	0,40	0,49	0,58	10,5	0,80	0,90	1,00	1,09	36,0	1,66	1,75	1,85	1,95
1,5	0,32	0,41	0,50	0,59	11,0	0,82	0,92	1,02	1,11	38,0	1,71	1,81	1,91	2,01
1,6	0,33	0,42	0,51	0,60	11,5	0,84	0,94	1,04	1,13	40,0	1,77	1,87	1,97	2,06
1,7	0,34	0,43	0,52	0,61	12,0	0,86	0,96	1,06	1,15	45,0	1,91	2,01	2,11	2,20
1,8	0,35	0,44	0,53	0,62	12,5	0,88	0,98	1,08	1,17	50,0	2,05	2,15	2,24	2,34
1,9	0,35	0,45	0,54	0,63	13,0	0,90	1,00	1,10	1,19	55,0	2,18	2,28	2,38	2,47
2,0	0,36	0,45	0,55	0,64	13,5	0,92	1,02	1,11	1,21	60,0	2,31	2,41	2,51	2,60
2,2	0,38	0,47	0,56	0,65	14,0	0,94	1,04	1,13	1,23	65,0	2,44	2,54	2,64	2,73
2,4	0,39	0,48	0,58	0,67	14,5	0,96	1,06	1,15	1,25	70,0	2,57	2,67	2,76	2,86
2,6	0,41	0,50	0,59	0,68	15,0	0,98	1,08	1,17	1,27	80,0	2,82	2,91	3,01	3,11
2,8	0,42	0,51	0,61	0,70	15,5	1,00	1,09	1,19	1,29	90,0	3,03	3,16	3,25	3,35
3,0	0,43	0,53	0,62	0,71	16,0	1,02	1,11	1,21	1,30	100,0	3,30	3,39	3,49	3,59
3,2	0,45	0,54	0,63	0,73	16,5	1,03	1,13	1,23	1,32	110,0	3,53	3,63	3,72	3,82
3,4	0,46	0,55	0,65	0,74	17,0	1,05	1,15	1,24	1,34	120,0	3,76	3,86	3,95	4,05
3,6	0,47	0,56	0,66	0,75	17,5	1,07	1,17	1,26	1,36	130,0	3,98	4,08	4,18	4,28
3,8	0,48	0,58	0,67	0,76	18,0	1,09	1,18	1,28	1,38	140,0	4,21	4,30	4,40	4,50
4,0	0,49	0,59	0,68	0,78	18,5	1,10	1,20	1,30	1,39	150,0	4,43	4,53	4,62	4,72
4,2	0,51	0,60	0,69	0,79	19,0	1,12	1,22	1,31	1,41	160,0	4,65	4,74	4,84	4,94
4,4	0,52	0,61	0,71	0,80	19,5	1,14	1,24	1,33	1,43	170,0	4,86	4,96	5,06	5,16

Uponor:n komposiittiputkien vesijohtojen mitoitus-
taulukko (29, s. 20):Käyttövesiputkien mitoitus-
taulukko/Uponor-komposiittiputket

Σ Normivirt. (Q) dm³/s			Mitoitus- virtaama (q) dm³/s	Putkikoko (Du) mm, Uponor-komposiittiputki						
q _i dm³/s				Nopeus (v) m/s / Painehäviö (R) kPa/m						
0,1	0,2	0,3		16	20	25	32	40	50	63
0,1			0,1	0,9	0,5	0,3				
0,2			0,15	1,1	0,3	0,1				
				1,3	0,8	0,5				
				2,1	0,6	0,2				
0,4	0,2		0,20	1,8	1,1	0,6				
				3,6	1,1	0,3				
0,8			0,25	2,2	1,3	0,8				
				5,3	1,6	0,5				
1,3	0,5	0,3	0,30	2,7	1,6	1,0				
				7,2	2,1	0,6				
1,8	0,9		0,35	3,1	1,9	1,1				
				9,5	2,8	0,8				
2,5	1,4	0,4	0,40	3,5	2,1	1,3	0,75	0,5		
				12,0	3,6	1,1	0,3	0,03		
3,4	1,9	1,0	0,45	4,0	2,4	1,4				
				15,0	4,4	1,3				
4,0	2,5	1,4	0,50	4,4	2,7	1,6	0,9	0,6		
				17,9	5,3	1,6	0,5	0,04		
5,0	3,4	2,0	0,55	4,9	2,9	1,8				
				21,2	6,2	1,8				
6,0	4,0	2,5	0,60	5,3	3,2	1,9	1,1	0,75		
				24,7	7,3	2,2	0,6	0,2		
7,0	5,0	3,5	0,65	5,8	3,4	2,1				
				28,5	8,4	2,5				
8,0	6,4	4,5	0,70	6,2	3,7	2,2	1,3	0,9		
				32,6	9,6	2,8	0,8	0,3		
9,0	6,9	5,0	0,75	6,6	4,0	2,4				
				36,8	10,8	3,2				
10,0	8,0	6,0	0,80	7,1	4,2	2,6	1,5	1,0		
				41,3	12,1	3,6	1,0	0,4		
12,5	9,0	7,0	0,85		4,5	2,7				
					13,5	4,0				
13,0	9,9	8,0	0,90		4,8	2,9	1,7	1,1		
					15,0	4,4	1,3	0,5		
13,5	11,2	9,0	0,95		5,0	3,0				
					16,5	4,9				
16,0	13,5	11,0	1,00		5,3	3,2	1,9	1,2		
					18,1	5,3	1,5	0,6		
	14,9	12,0	1,05		5,6	3,3				
					19,7	5,8				
	15,7	13,0	1,10		5,8	3,5	2,1	1,4		
					21,4	6,3	1,8	0,7		
	16,5	14,0	1,15		6,1	3,7				
					23,2	6,8				
	19,0	16,0	1,20		6,4	3,8	2,3	1,5		
					25,0	7,4	2,1	0,8		
	20,0	17,0	1,25		6,6	4,0				
					26,9	7,9				
	21,8	19,0	1,30		6,9	4,1	2,5	1,6		
					28,9	8,5	2,5	0,9		
	25,0	22,0	1,40				2,6	1,7	1,1	
							2,8	1,0	0,3	
	27,0	24,0	1,50				2,8	1,9	1,1	
							3,1	1,2	0,4	
	32,0	28,0	1,60				3,0	2,0	1,2	
							3,5	1,3	0,4	
	33,0	30,0	1,70				3,2	2,1	1,3	
							3,9	1,5	0,4	
	38,0	35,0	1,80				3,4	2,2	1,4	
							4,3	1,6	0,5	
	40,0	37,0	1,90				3,6	2,4	1,4	
							4,8	1,8	0,5	
	43,0	40,0	2,00				3,8	2,5	1,5	1,0
							5,2	1,9	0,6	0,2
	48,0	45,0	2,10				4,0	2,6	1,6	1,0
							5,7	2,1	0,6	0,2
	58,0	52,0	2,30				4,3	2,9	1,7	1,1
							6,7	2,5	0,7	0,3
	64,0	60,0	2,50				4,7	3,1	1,9	1,2
							7,8	2,9	0,9	0,3
	72,0	68,0	2,70				5,1	3,4	2,1	1,3
							9,0	3,3	1,0	0,4
	87,0	80,0	3,00				5,7	3,7	2,3	1,5
							10,8	4,0	1,2	0,4
	100,0	97,0	3,40				6,4	4,2	2,6	1,7
							13,5	5,0	1,5	0,5
	127,0	122,0	4,00					5,0	3,0	2,0
								6,7	2,0	0,7
	149,0	144,0	4,50					5,6	3,4	2,2
								8,2	2,5	0,8

Taulukko 7. Uponor-komposiittiputkien mitoitus-
taulukko.

KytKentäjohtojen mitoitusaulukot D1 SRMK:ssa (7, s. 39):

5 KytKentäjohtojen valinta

KytKentäjohdot valitaan taulukoiden 4 tai 5 perusteella.

Mahdollisten paineiskujen pienentämiseksi esitetään taulukossa 4 kuparisten kytKentäjohtojen enimmäispituuden ohjearvot. KytKentäjohdon pituuden lisäksi paineiskun suuruuteen vaikuttaa lähinnä virtausnopeus, virtauksen pysähtymisaika sekä putkimateriaalin elastisuus.

TAULUKKO 4.

Kuparisten kytKentäjohtojen putkikoon (ulkohalkaisija x seinämäpaksuus) valintataulukko. Enimmäispituuden ohjearvo on esitetty paineiskujen pienentämiseksi.

Normivirtaama dm ³ /s	Putkikoko d _a x e	Virtausnopeus m/s	Painehäviö kPa/m	KytKentäjohdon enimmäispituus, m
0,1	10 x 0,8	1,8	9,7	1
	12 x 1,0	1,3	3,9	3
	15 x 1,0	0,8	1,0	>10
0,2	12 x 1,0	2,6	14,9	2
	15 x 1,0	1,5	3,8	5
0,3	15 x 1,0	2,3	8,3	3
	18 x 1,0	1,5	2,8	5
0,4	18 x 1,0	2,0	4,9	4
	22 x 1,0	1,3	1,5	10

TAULUKKO 5. Muovisten kytKentäjohtojen sisähalkaisijan valintataulukko.

Enimmäispituuden ohjearvo on esitetty paineiskujen pienentämiseksi.

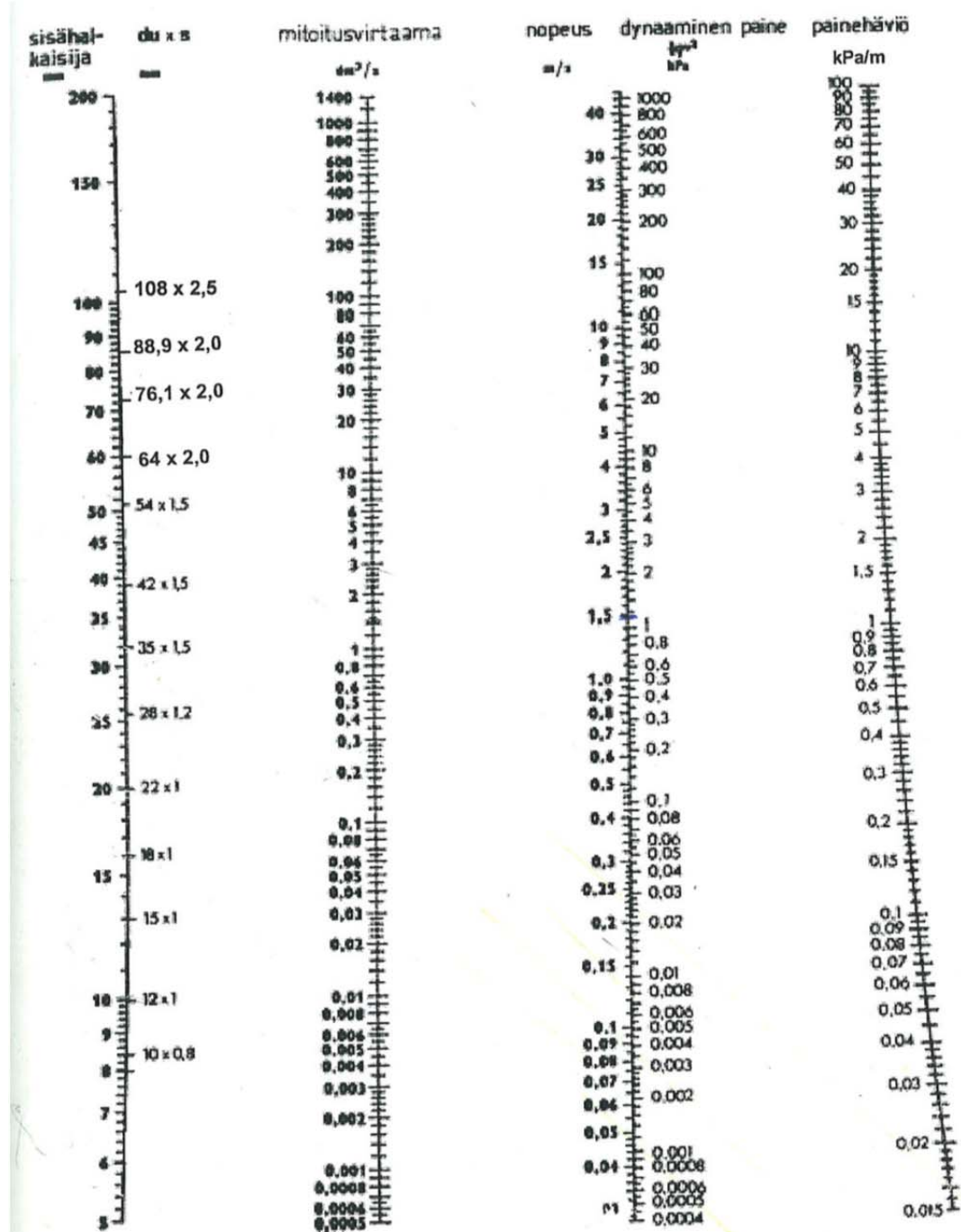
Normivirtaama dm ³ /s	Putken d _i mm	Virtausnopeus m/s	Painehäviö kPa/m	KytKentäjohdon enimmäispituus, m
0,1	10	1,3	2,6	15
	12 ¹⁾	0,9	1,1	15
0,2	10	2,6	8,8	12
	12 ¹⁾	1,8	3,7	12
	13	1,5	2,5	20
0,3	10	3,8	18,2	10
	12 ¹⁾	2,7	7,5	10
	13	2,3	5,1	15
0,4	13	3,0	8,6	10
	16 ¹⁾	2,0	3,2	10
	20 ¹⁾	1,3	1,1	15
	20	1,3	1,1	20

¹⁾ Monikerrosputki.

Vesikalusteen ja sen kytKentäjohdon yhteinen painehäviö normivirtaamalla voidaan laskea seuraavasta yhtälöstä.

Liite 14. Vesijohtojen painehäviöt

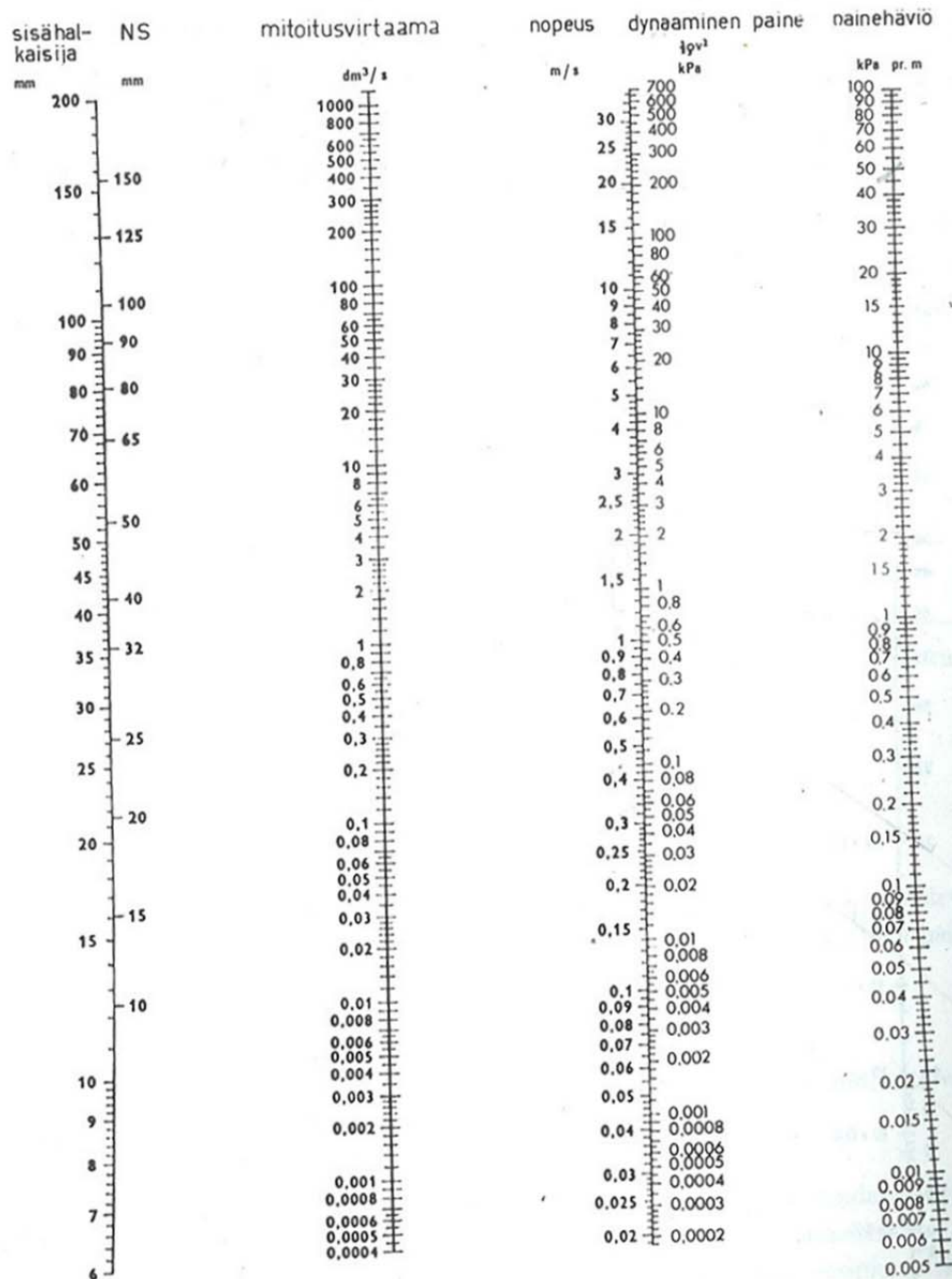
D1 SRMK:n vesijohtojen painehäviökäyrästä kupariputkille (7, s. 41):



Kuva 4. Painehäviö kupariputkessa.

Nomogrammi perustuu Colebrookin kaavaan, jossa on käytetty pinnankarheutena $k = 0,15$ mm. Veden lämpötila on 10 °C. Painehäviö 55 °C:ssa on enintään 25 % pienempi.

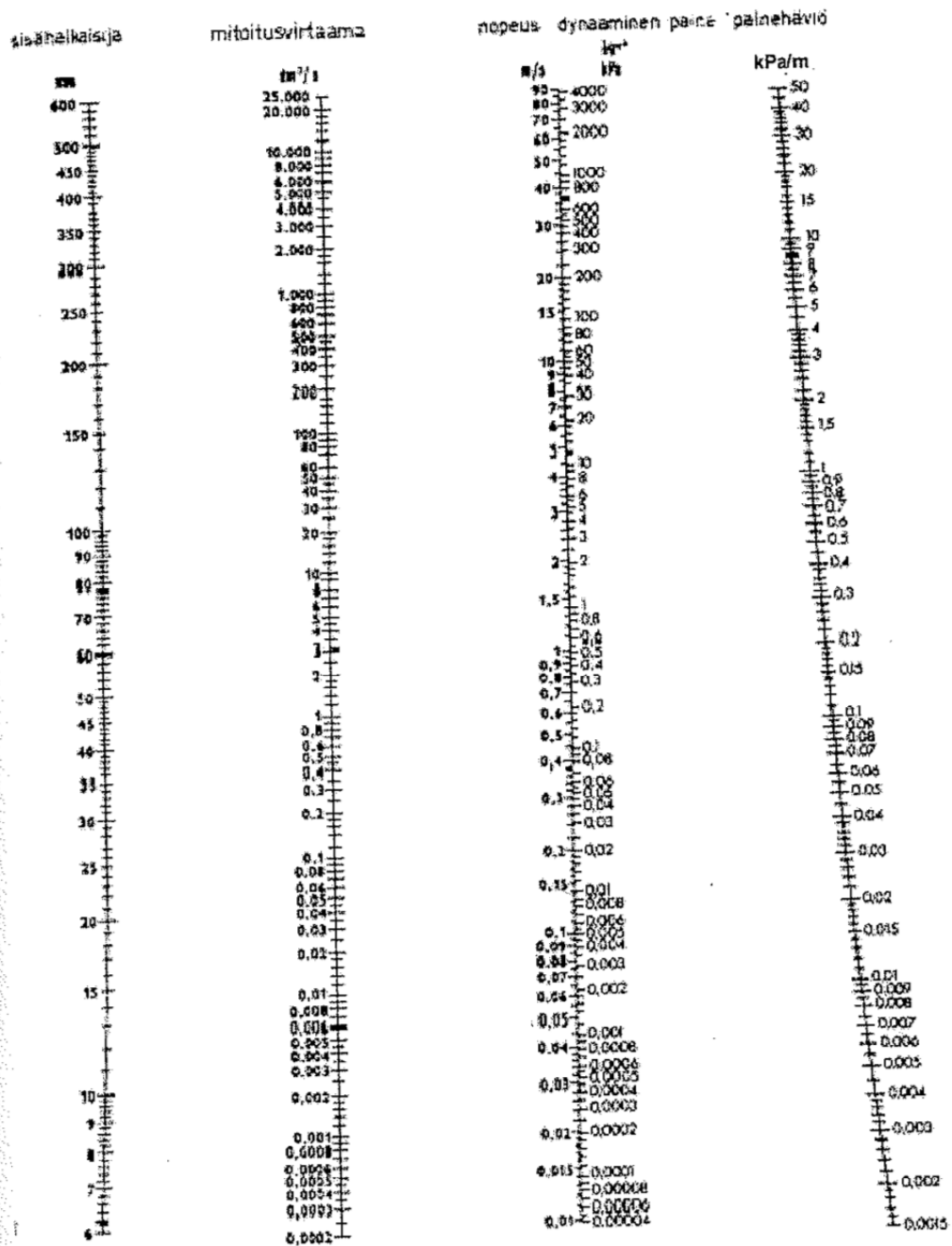
RVV-kirjan vesijohtojen painehäviökäyrästä teräsputkille (8, s. 174):



Painehäviö sinkityissä teräsputkissa, joissa kerrostuman vaikutus on otettu huomioon.

Nomogrammi perustuu Colebrookin kaavaan, jossa on käytetty karheutena $k = 1,0 \text{ mm}$. Veden lämpötila on $+10^\circ\text{C}$. Virhe painehäviössä 0°C :ssa on enintään $+10 \%$ ja $+55^\circ\text{C}$:ssa enintään -25% .

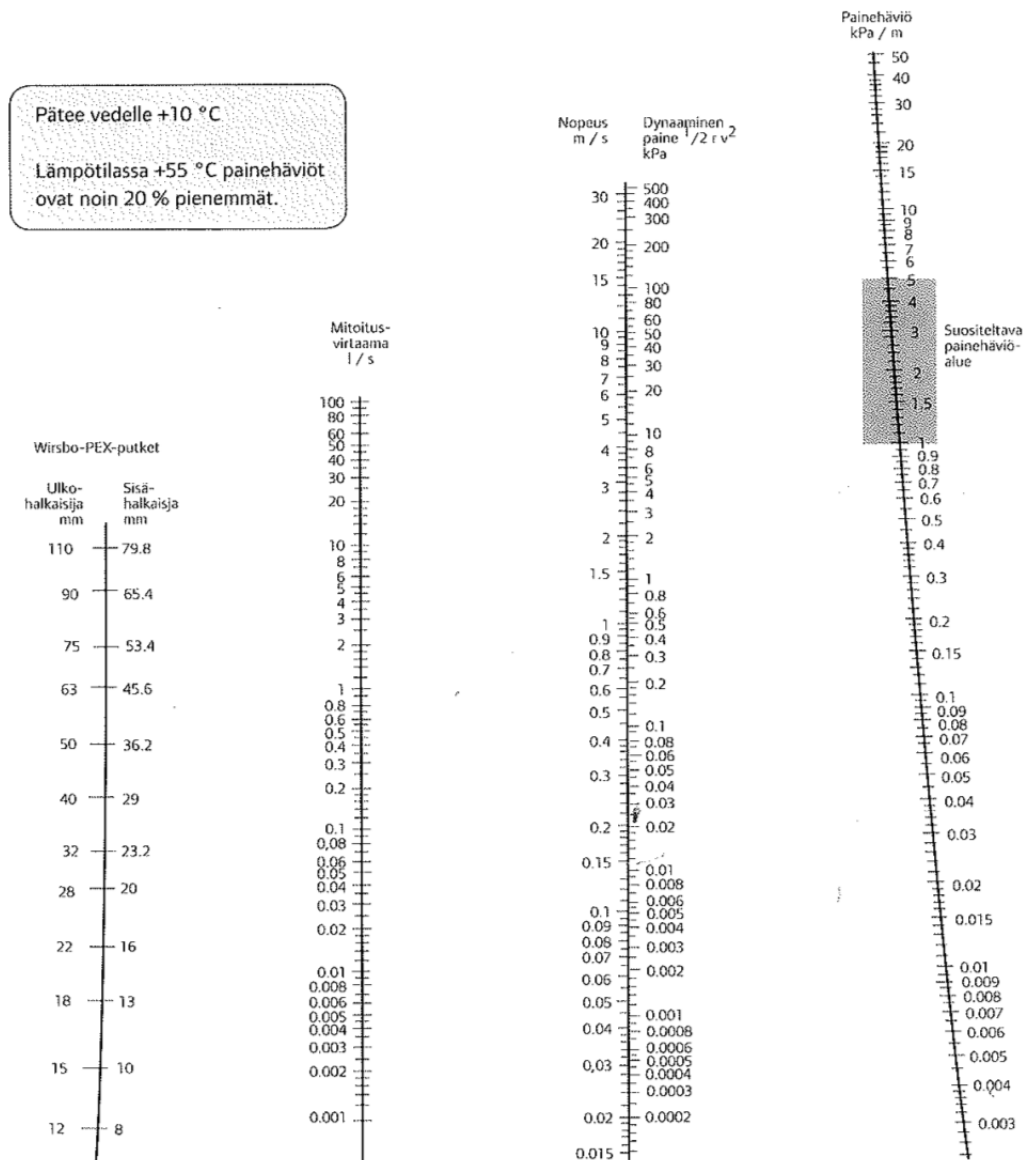
D1 SRMK:n vesijohtojen painehäviökäyrästä muoviputkille (7, s. 42):



Kuva 5. Painehäviö muoviputkessa.

Nomogrammi perustuu Colebrookin kaavaan, jossa on käytetty pinnankarheutena $k = 0,005 \text{ mm}$. Veden lämpötila on 10°C . Painehäviö 55°C :ssa on enintään 25 % pienempi.

Uponor:n kylmävesijohtojen painehäviökäyrästä eristetyille muoviputkille (30, s. 16):



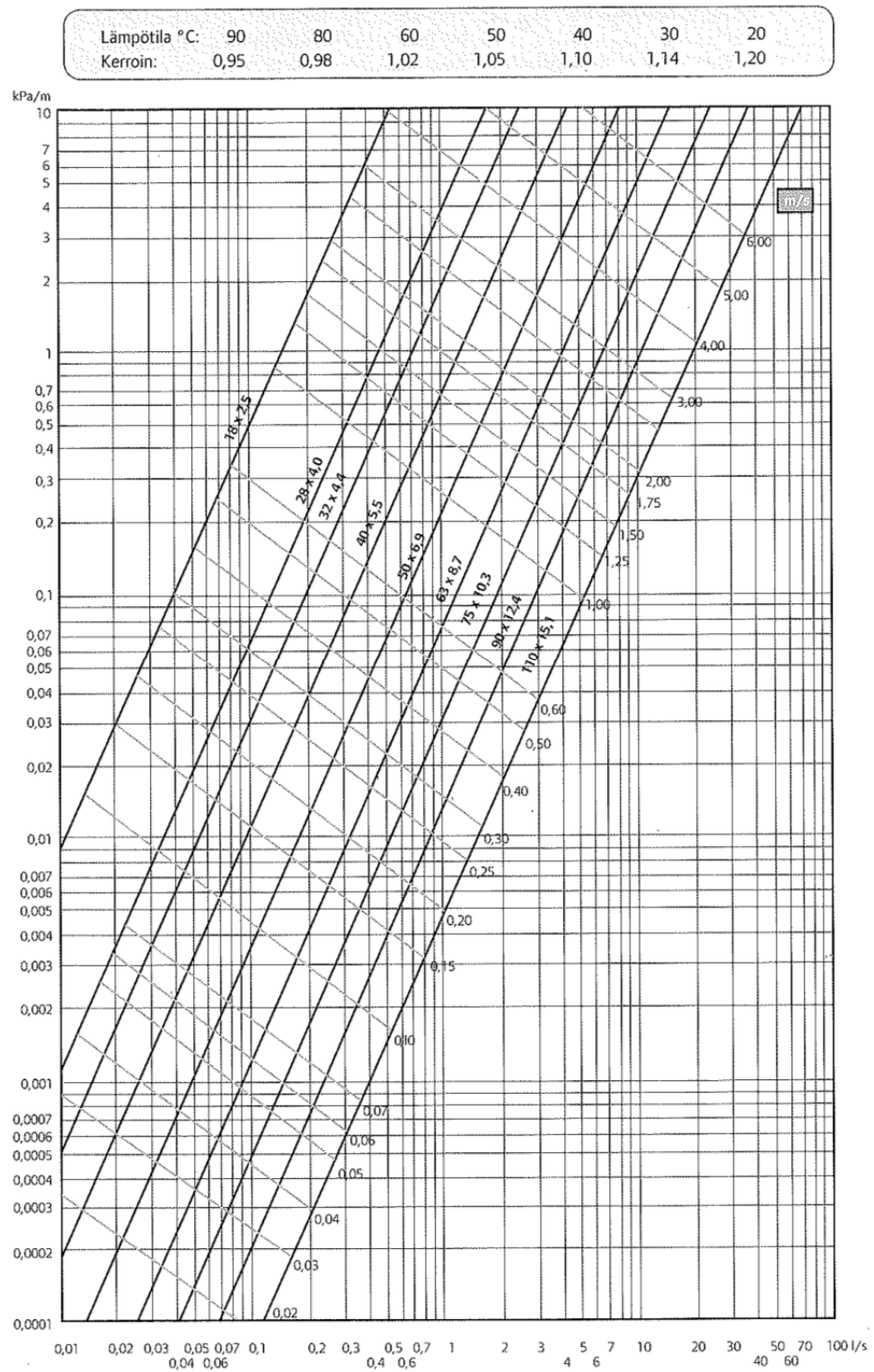
Käyttövesiputkien vastaavuus

Sisähalkaisijaltaan vastaavat PEX- ja kupariputket ovat seuraavassa taulukossa.

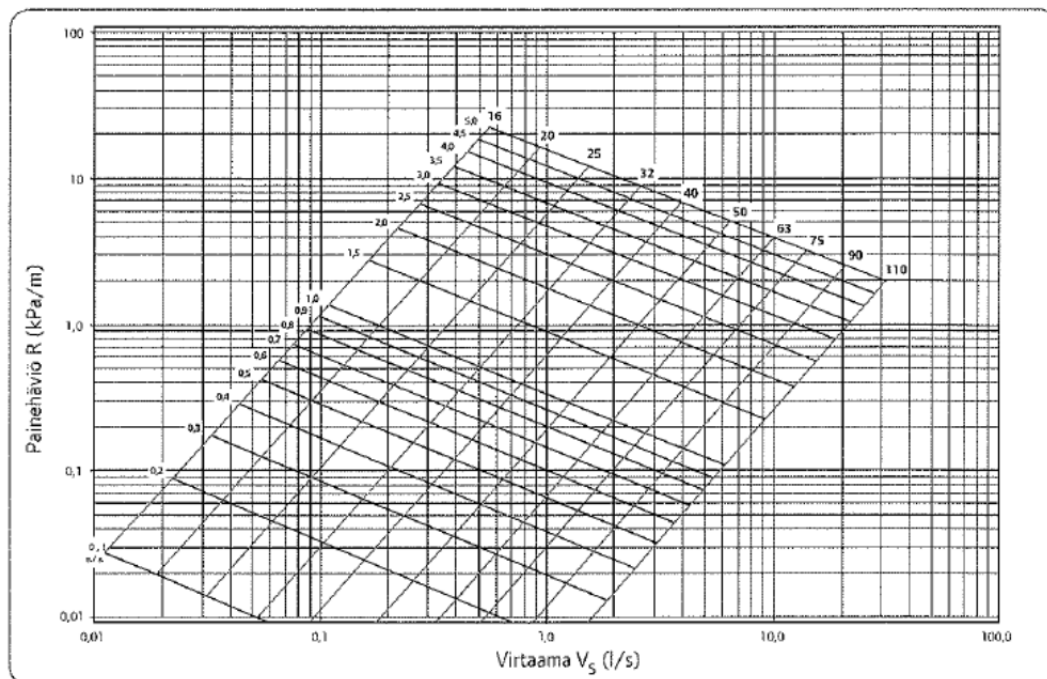
PEX		Teräsputket	
Du	du/ds	Du	du/ds
18	18/13,0	15	15/13,0
28	28/20,0	22	22/20,0
32	32/23,2	28	28/25,6
40	40/28,6	35	48/32,0
50	50/36,2	42	42/39,0
63	63/45,7	54	54/51,0
75	75/54,4	63	63/59,0
90	90/65,2	76,1	76,1/72,1
110	110/79,8	88,9	88,9/84,9

Uponor:n lämminvesijohtojen painehäviökäyrästä eristetyille muoviputkille (30, s. 17):

Painehäviödiagrammi Uponor Aqua +70 °C



Uponor:n komposiittimuoviputkien painehäviökäyrästä (29, s. 24):



Kuva 20. Uponor-komposiittiputkien mitoituskäyrästä, käyrä pätee vedelle +10°C. Lämpötilassa +55°C painehäviöt ovat n. 20 % pienemmät.

du x s (mm) Δt (°C)	Lämmitysteho, W						
	16 x 2	20 x 2,25	25 x 2,5	32 x 3	40 x 4	50 x 4,5	63 x 6
10	1200	2450	5000	9750	17500	35000	62500
20	2500	5000	10000	20000	35000	67500	122500
30	3600	6950	14800	30000	52000	104000	185000

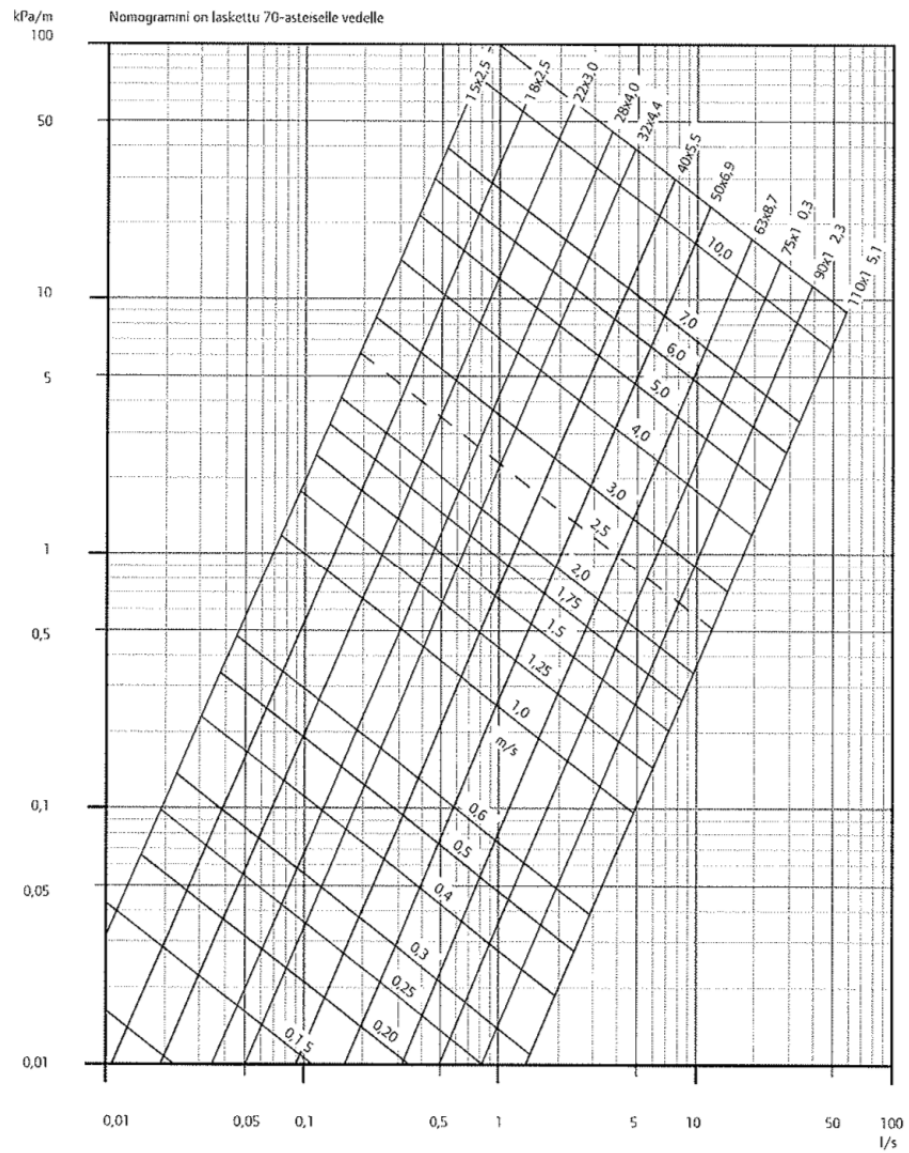
Taulukko 11. Uponor-komposiittilämmitysputkien taulukkomitoitus, putken maksimi painehäviö 100 Pa/m.

Ulkohalkaisija x seinämän vahvuus (mm)	16 x 2	20 x 2,25	25 x 2,5	32 x 3	40 x 4	50 x 4,5	63 x 6	75 x 7,5	90 x 8,5	110 x 10
Sisähalkaisija (mm)	12	15,5	20	26	32	41	51	60	73	90
Kertavastuskerroin ζ										
Putken ekvivalenttipituus L _{ekv} (m)										
Kulma 90°	4,4 2,0	3,0 1,9	2,8 2,4	2,3 2,7	2,0 3,1	1,6 3,3	1,4 3,8	1,4 4,6	3,7 15,4	2,9 15,5
Kulma 45°	-	-	1,5 1,3	1,2 1,4	1,2 1,8	0,8 1,7	0,8 2,2	0,8 2,2	0,7 2,9	0,6 3,2
Supistus	1,7 0,8	1,2 0,8	1,0 0,9	0,9 1,1	0,8 1,2	0,6 1,2	0,6 1,6	0,5 1,6	0,5 2,1	0,7 3,7
Haara sivuvirtauksen suuntaan	5,2 2,4	3,6 2,3	3,2 2,7	2,6 3,1	2,4 3,7	1,9 3,9	1,7 4,6	1,7 5,6	3,7 15,4	2,9 15,5
Haara läpivirtauksen suuntaan	1,2 0,6	0,8 0,5	0,8 0,7	0,7 0,8	0,5 0,8	0,4 0,8	0,4 1,1	0,4 1,3	0,5 2,1	0,4 2,1
T-haara	4,6 2,1	3,2 2,0	2,9 2,5	2,3 2,7	2,1 3,2	1,7 3,5	1,5 4,1	1,5 4,9	2,2 9,1	1,7 9,1

Taulukko 12. Haaroitusten ja suunnanmuutosten kertavastuskertoimia. L_{ekv} = putken ekvivalenttipituus [m] L_{ekv} on laskettu virtausnopeudella 2 m/s.
ζ = kertavastuskerroin [-]

Uponor:n PEX-muovisuojaputkien painehäviökäyrästä (31, s. 29):

Wirsbo-Pex PN10 -vesijohtoputkelle



Liite 15. Painevesisäiliön mitoitus

Näiden laskuesimerkkien selostukset ovat kerrottu luvuissa 7-9 vesijohtojen ja paine-
vesisäiliön mitoitusosioissa ja näiden vedenpainetasoarvot ovat esimerkkiarvoja.

1. Haja-asutusalueen rakennuksien painevesisäiliön tilavuus lasketaan seuraavasti:

Esim. 11. Haja-asutusalueen rakennuksissa:

$\Delta p_{\text{verkosto}}$ = vesijohtoverkostolle ja lämmönsiirtimelle varattu vedenpainetaso = 385 kPa

P_{vkmax} = vesikalusteesta saatavan veden suurin painearvo

P_{vkmin} = vesikalusteesta saatavan veden pienin painearvo

$P_{\text{vkmax}} = 200 \text{ kPa}$ $P_{\text{vkmin}} = 130 \text{ kPa}$ $q_m = 1,0 \text{ l/s}$

$P_{\text{max}} = 1,5 * P_{\text{vkmax}} = 1,5 * 200 \text{ kPa} = 300 \text{ kPa}$ (7, s. 35)

$P_{\text{min}} = 0,7 * P_{\text{vkmin}} = 0,7 * 130 \text{ kPa} = 91 \text{ kPa}$ (7, s. 35)

$H_{\text{brutto}} = (P_{\text{max}} / \Delta p_{\text{verkosto}}) = (300 / 385) \text{ kPa} = 0,779$ (27, s. 2)

$H_{\text{vara}} = (P_{\text{min}} / P_{\text{max}}) = (91 / 200) \text{ kPa} = 0,455$ (27, s. 2)

$H_{\text{netto}} = H_{\text{brutto}} - H_{\text{vara}} = 0,779 - 0,455 = 0,324$ (27, s. 2)

$K_{\text{mit}} = 1 / H_{\text{netto}} = 1 / 0,324 = 3,086$ (27, s. 2)

$V_0 = t_m * q_m * 1000 = 120\text{h} * 1,0 \text{ l/s} * 1000 = 120\text{h} * 0,0002778 \text{ l/h} * 1000 = 33,34 \text{ l}$

$a = 2,0 - 2,5 \% = 0,025$ (22, s. 26)

$V_{\text{PA}} = a * K_{\text{mit}} * V_0 * 36 = 0,025 * 3,086 * 33,34 \text{ l} * 36 = 92,6 \text{ l}$ (27, s. 2)

Valitaan 100 l:n painevesisäiliö.

2. Sairaaloiden, uimahallien ja teollisuusrakennuksien painevesisäiliön tilavuus laske-
taan seuraavasti:

Esim. 12. Sairaaloissa, teollisuus- ja uimahallirakennuksissa:

$P_{\text{vkmax}} = 500 \text{ kPa}$ $P_{\text{vkmin}} = 130 \text{ kPa}$ $q_m = 5,0 \text{ l/s}$

$P_{\text{max}} = 1,5 * P_{\text{vkmax}} = 1,5 * 500 \text{ kPa} = 750 \text{ kPa}$ (7, s. 35)

$P_{\text{min}} = 0,7 * P_{\text{vkmin}} = 0,7 * 130 \text{ kPa} = 91 \text{ kPa}$ (7, s. 35)

$H_{\text{brutto}} = (\Delta p_{\text{verkosto}} / P_{\text{max}}) = (385 / 750) \text{ kPa} = 0,5133$ (27, s. 2)

$H_{\text{vara}} = (P_{\text{min}} / P_{\text{max}}) = (91 / 750) \text{ kPa} = 0,1213$ (27, s. 2)

$H_{\text{netto}} = H_{\text{brutto}} - H_{\text{vara}} = 0,5133 - 0,1213 = 0,392$ (27, s. 2)

$K_{\text{mit}} = 1 / H_{\text{netto}} = 1 / 0,392 = 2,55$ (27, s. 2)

$V_0 = t_m * q_m * 1000 = 120\text{h} * 5,0 \text{ l/s} * 1000 = 120\text{h} * 0,001389 \text{ l/h} * 1000 = 166,6 \text{ l}$

$a = 2,0 - 2,5 \% = 0,025$ (22, s. 26)

$V_{\text{PA}} = a * K_{\text{mit}} * V_0 * 36 = 0,025 * 2,55 * 166,6 \text{ l} * 36 = 382,3 \text{ l}$ (27, s. 2)

Valitaan 450 l:n painevesisäiliö.

3. Rakennuksen muodon tai koon mukainen vaatima painevesisäiliön tilavuus lasketaan seuraavasti:

$\Delta p_{\text{verkosto}}$ = vesijohtoverkostolle ja lämmönsiirtimelle varattu vedenpainetaso = 250 kPa

P_{vkmax} = vesikalusteesta saatavan veden suurin painearvo

P_{vkmin} = vesikalusteesta saatavan veden pienin painearvo

Esim. 13. Asuin- tai hotellirakennuksen koon mukainen painevesisäiliö:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{vkmax}} &= 200 \text{ kPa} & P_{\text{vkmin}} &= 130 \text{ kPa} & q_m &= 5,0 \text{ l/s} \\
 P_{\text{max}} &= 1,5 * P_{\text{vkmax}} = 1,5 * 200 \text{ kPa} = 300 \text{ kPa} & & & & (7, \text{ s. } 35) \\
 P_{\text{min}} &= 0,7 * P_{\text{vkmin}} = 0,7 * 130 \text{ kPa} = 91 \text{ kPa} & & & & (7, \text{ s. } 35) \\
 H_{\text{brutto}} &= (\Delta p_{\text{verkosto}} / P_{\text{max}}) = (250 / 300) \text{ kPa} = 0,833 & & & & (27, \text{ s. } 2) \\
 H_{\text{vara}} &= (P_{\text{min}} / P_{\text{max}}) = (116 / 300) \text{ kPa} = 0,3867 & & & & (27, \text{ s. } 2) \\
 H_h &= (P_{\text{asema}} / P_{\text{min}}) = (25 / 116) \text{ kPa} = 0,2155 \\
 H_{\text{netto}} &= H_{\text{brutto}} - H_{\text{vara}} + H_h = 0,833 - 0,3867 + 0,2155 = 0,6618 & & & & (27, \text{ s. } 2) \\
 K_{\text{mit}} &= 1 / H_{\text{netto}} = 1 / 0,6618 = 1,51 & & & & (27, \text{ s. } 2) \\
 V_0 &= t_m * q_m * 1000 = 120\text{h} * 5,0 \text{ l/s} * 1000 = 120\text{h} * 0,001389 \text{ l/h} * 1000 = 166,6 \text{ l} \\
 a &= 2,0 - 2,5 \% = 0,025 & & & & (22, \text{ s. } 26) \\
 V_{\text{PA}} &= a * K_{\text{mit}} * V_0 * 36 = 0,025 * 1,51 * 166,6 \text{ l} * 36 = 226,4 \text{ l} & & & & (27, \text{ s. } 2) \\
 &\text{Valitaan } 300 \text{ l:n painevesisäiliö.}
 \end{aligned}$$

Esim. 14. Asuinkerrostalon, hotellin, tai viraston korkeuden mukainen painevesisäiliö:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{vkmax}} &= 300 \text{ kPa} & P_{\text{vkmin}} &= 130 \text{ kPa} & q_m &= 5,0 \text{ l/s} \\
 P_{\text{max}} &= 1,5 * P_{\text{vkmax}} = 1,5 * 300 \text{ kPa} = 450 \text{ kPa} & & & & (7, \text{ s. } 35) \\
 P_{\text{min}} &= 0,7 * P_{\text{vkmin}} = 0,7 * 130 = 91 \text{ kPa} & & & & (7, \text{ s. } 35) \\
 h_{\text{ylin}} &= +120.50 \text{ m} \Rightarrow P_{\text{ylin}} = 1205 \text{ kPa} & h_{\text{alin}} &= +50.50 \text{ m} \Rightarrow P_{\text{alin}} = 505 \text{ kPa} \\
 P_{\text{tasoero}} &= P_{\text{ylin}} - P_{\text{alin}} = (1205 - 505) \text{ kPa} = 700 \text{ kPa} \\
 y &= \text{kerroksien määrä} = 20 \\
 H_{\text{brutto}} &= (\Delta p_{\text{verkosto}} / P_{\text{max}}) = (250 / 450) \text{ kPa} = 0,556 & & & & (27, \text{ s. } 2) \\
 H_{\text{vara}} &= (P_{\text{min}} / P_{\text{max}}) = (116 / 450) \text{ kPa} = 0,258 & & & & (27, \text{ s. } 2) \\
 H_h &= (P_{\text{asema}} + P_{\text{tasoero}} / (y/2) * P_{\text{min}}) = (25 + 700 / 20 * 116) \text{ kPa} = 0,3125 \\
 H_{\text{netto}} &= H_{\text{brutto}} - H_{\text{vara}} + H_h = 0,556 - 0,258 + 0,3125 = 0,6105 & & & & (27, \text{ s. } 2) \\
 K_{\text{mit}} &= 1 / H_{\text{netto}} = 1 / 0,611 = 1,638 & & & & (27, \text{ s. } 2) \\
 V_0 &= t_m * q_m * 1000 = 120\text{h} * 5,0 \text{ l/s} * 1000 = 120\text{h} * 0,001389 \text{ l/h} * 1000 = 166,6 \text{ l} \\
 a &= 2,0 - 2,5 \% = 0,025 & & & & (22, \text{ s. } 26) \\
 V_{\text{PA}} &= a * K_{\text{mit}} * V_0 * 36 = 0,025 * 1,638 * 166,6 \text{ l} * 36 = 245,6 \text{ l} & & & & (27, \text{ s. } 2) \\
 &\text{Valitaan } 300 \text{ l:n painevesisäiliö.}
 \end{aligned}$$

Esim. 15. Sairaalan tai kauppakeskuksien koon mukainen painevesisäiliö:

$$P_{vkmax} = 400 \text{ kPa} \quad q_m = 5,0 \text{ l/s}$$

$$P_{max} = 1,5 * P_{vkmax} = 1,5 * 400 \text{ kPa} = 600 \text{ kPa} \quad (7, \text{ s. } 35)$$

$$P_{min} = 0,7 * P_{vkmin} = 0,7 * 400 \text{ kPa} = 280 \text{ kPa} \quad (7, \text{ s. } 35)$$

$$H_{brutto} = (\Delta p_{verkosto} / P_{max}) = (250 / 600) \text{ kPa} = 0,4167 \quad (27, \text{ s. } 2)$$

$$H_{vara} = (P_{min} / P_{max}) = (280 / 600) \text{ kPa} = 0,4666 \quad (27, \text{ s. } 2)$$

$$H_h = (P_{asema} / P_{min}) = (25 / 280) \text{ kPa} = 0,2155$$

$$H_{netto} = H_{brutto} - H_{vara} + H_h = 0,4167 - 0,1933 + 0,2155 = 0,4389 \quad (27, \text{ s. } 2)$$

$$K_{mit} = 1 / H_{netto} = 1 / 0,4389 = 2,279 \quad (27, \text{ s. } 2)$$

$$V_0 = t_m * q_m * 1000 = 120\text{h} * 5,0 \text{ l/s} * 500 = 120\text{h} * 0,001389 \text{ l/h} * 1000 = 166,6 \text{ l}$$

$$a = 2,0 - 2,5 \% = 0,025 \quad (22, \text{ s. } 26)$$

$$V_{PA} = a * K_{mit} * V_0 * 36 = 0,025 * 2,279 * 166,6 \text{ l} * 36 = 341,7 \text{ l} \quad (27, \text{ s. } 2)$$

Valitaan 450 l:n painevesisäiliö.

$\Delta p_{verkosto}$ on talousvesijohtoverkostolle ja lämmönsiirtimelle varattu vedenpainetaso

P_{vkmax} on vesikalusteesta saatavan veden suurin painearvo (kPa)

P_{vkmin} on vesikalusteesta saatavan veden pienin painearvo (kPa)

$$\Delta p_{verkosto} \geq (0,7^2 * P_{vkmax})$$

P_{ma} on suurimman vedenpainetason antama vesikalusteen painehäviö verkostoa kohden

P_{min} on pienimmän vedenpainetason antama vesikalusteen painehäviö verkostoa kohden

$P_{tasoero}$ on ylimmän ja alimman kerroksen painetasojen erotus (kPa)

P_{ylin} on ylimmän kerroksen painetaso (kPa)

P_{alin} on alimman kerroksen painetaso (kPa)

y on kerroksien lukumäärä

H_{brutto} on kalvopaisunta-astian bruttonestetilavuus, suhdeluku

H_{vara} on kalvopaisunta-astian häiriö/vuotovara nestetilavuus, suhdeluku

H_h on lattiapintojen asettama tasokorkeusero

H_{netto} on kalvopaisunta-astian nettonestetilavuus, suhdeluku

K_{mit} on paisunta-astian mitoituskerroin

V_0 on laitoksen vesitilavuus (l)

t_m on päivän marginaaliaika, joka on tässä 120h

a on nesteen lämpölaajenemiskerroin (%)

V_{PA} on kalvopaisunta-astian tilavuus (l)